

ROYAUME DU MAROC
UNIVERSITE SIDI MOHAMMED BEN ABDELLAH
FACULTE DE MEDECINE ET DE PHARMACIE
FES



CORRELATION RADIO-CHIRURGICALE DANS LES SURDITES DE TRANSMISSION

MEMOIRE PRESENTE PAR :

Docteur LAISSAOUI YOUNES
né le 28 Mars 1981 à Meknès

**POUR L'OBTENTION DU DIPLOME DE SPECIALITE EN MEDECINE
OPTION : OTO-RHINO-LARYNGOLOGIE**

**Sous la direction de :
Professeur EL AMINE EL ALAMI MOHAMED NOUR-DINE**

Juin 2012

A mon maître

Monsieur le Professeur EL AMINE EL ALAMI
MOHAMED NOUR-DINE

J'ai eu le grand plaisir de travailler sous votre direction, et j'ai trouvé auprès de vous le conseiller et le guide qui nous a reçu en toute circonstance avec sympathie, sourire et bienveillance. Vos compétences professionnelles incontestables ainsi que vos qualités humaines vous valent l'admiration et le respect de tous.

Vous êtes et vous serez pour nous l'exemple de rigueur et de droiture dans l'exercice de la profession.

Veuillez, cher Maître, trouver dans ce modeste travail l'expression de ma haute considération, de ma sincère reconnaissance et de mon profond respect.

A Tous mes Maîtres

Vous avez guidé mes pas et illuminé mon chemin vers le savoir. Vous avez prodigués avec patience et indulgence infinie, vos précieux conseils.

Vous étiez toujours disponibles et soucieux de me donner la meilleure formation qui puisse être.

Qu'il nous soit permis de vous rendre un grand hommage et de vous formuler ma profonde gratitude.

PLAN

A. INTRODUCTION

B. IMAGERIE DANS LES SURDITES DE TRANSMISSION

1. Technique

a) *TDM*

b) *IRM*

2. Indications et résultats

a) *Otite chronique simple*

b) *Otite chronique cholestéatomateuse*

c) *Otospongiose*

d) *Paragangliome tympanique*

e) *Masses trans-tegmentales*

f) *Autres causes de surdité de transmission*

C. MATERIELS ET METHODES

D. RESULTATS

1. PROFIL EPIDEMIO- CLINIQUE

2. DONNEES TOMODENSITOMETRIQUES

3. DONNEES CHIRURGICALES

4. CORRELATION SCANNO-CHIRURGICALE

E. DISCUSSION

1. APPORT DU SCANNER DANS L'OTOSPONGIOSE

a) *Diagnostic positif*

b) *Diagnostic Topographique*

c) *Difficultés opératoires*

2. APPORT DU SCANNER DANS L'OTITE CHRONIQUE

CHOLESTEATOMATEUSE

a) Comblement

b) Complications ostéitiques

c) Anatomie des cavités tympano-mastoïdiennes et variantes à risque chirurgical

(1) Pneumatisation des cavités tympano-mastoïdiennes

(2) Variantes anatomiques

(a) Déhiscence du golfe jugulaire

(b) Sinus latéral antérieurement situé

(c) Diverticule du golfe jugulaire

(d) Procidence du canal du nerf facial

(e) Procidence et/ou déhiscence de la coque osseuse du de la carotide intrapétreuse

(f) Autres variantes anatomiques.

F. CONCLUSION

G. RESUME

H. ANNEXES

I. REFERENCES

INTRODUCTION

La surdité est un handicap sensoriel responsable d'un trouble de la communication dont les conséquences sont souvent très invalidantes dans notre société. Suivant le niveau lésionnel, on distingue les surdités de transmission, les surdités de perception et les surdités centrales.

La surdité de transmission -objet de notre travail- est une entité clinique couramment rencontrée en pratique otologique. Elle est due à un défaut de transmission de l'onde sonore entre sa source et la cochlée. L'atteinte siège au niveau de l'oreille moyenne et/ou de l'oreille externe. Ses étiologies sont multiples :

- Affections du CAE bouchon de cérumen : Ostéome du CAE, otite externe, tumeur du CAE, aplasie majeure d'oreille
- Affections de l'oreille moyenne :

Ä Tympan anormal : Otite moyenne aiguë, otite moyenne chronique, traumatisme de l'oreille moyenne, tumeur de l'oreille moyenne

Ä Tympan normal : otospongiose, aplasie mineure d'oreille, traumatisme

L'orientation diagnostique première repose sur l'examen clinique spécialisé et les explorations audiométriques subjectives, complétées au besoin par des explorations objectives.

La place de l'exploration radiologique dans la prise en charge des surdités de transmission est déterminante depuis l'avènement de la tomodensitométrie spiralée en coupes fines et de ses perfectionnements.

Les objectifs de notre étude sont :

- Ø évaluer l'apport diagnostique du scanner dans les surdités de transmission en comparant ses résultats aux données cliniques et à l'exploration chirurgicale.
- Ø mettre en évidence les points faibles de cette exploration dans certaines étiologies.
- Ø aboutir à une nouvelle grille de lecture générée par les attentes des chirurgiens ORL et s'appuyant sur les erreurs les plus fréquentes de l'interprétation radiologique.

IMAGERIE DES
SURDITÉS DE
TRANSMISSION

1. TECHNIQUES

a. Tomodensitométrie (TDM) [1,2,3,4,5]

L'exploration tomodensitométrique haute résolution des pyramides pétreuses s'effectue en règle générale, dans le plan orbito-méatal, selon un plan parallèle à celui du canal semi-circulaire latéral et à la deuxième portion du canal du facial (Figure1).

L'étude procède en coupes jointives de 1 mm avec chevauchement de coupes (incrément de 0,5 mm) indispensable pour l'exploration des osselets et des fenêtres. Le plan coronal, perpendiculaire au plan orbito-méatal, très utile pour explorer les structures parallèles au plan de coupe axial (tegmen tympani, mur de la logette, segment tympanique du canal du facial, canal semi-circulaire latéral) peut être réalisé soit directement, soit par reconstruction à partir des coupes axiales (l'immobilité absolue du patient et le chevauchement des coupes axiales à l'acquisition sont deux impératifs nécessaires pour obtenir les reconstructions multiplanaires d'une résolution spatiale satisfaisante).

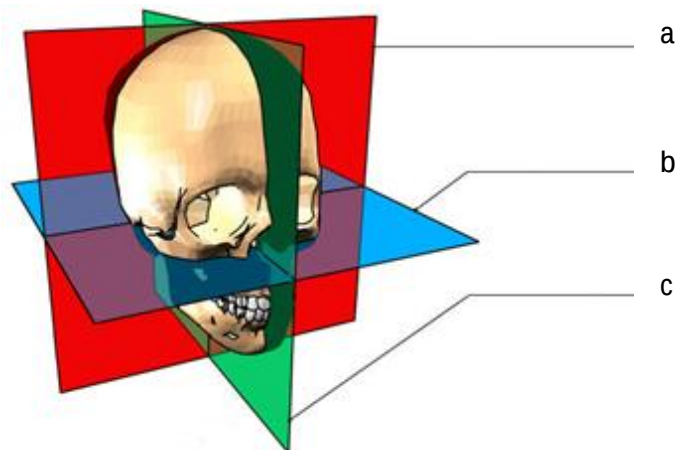


Figure 1 : Plans de référence pour l'exploration radiologique du crane [A]

a : plan frontal ou coronal

b : plan orbito-méatal

c : plan sagittal

Les paramètres d'acquisition (400 mas, 120 kV), la matrice (512 x512) et les filtres utilisés privilégient la résolution spatiale et les forts contrastes au détriment de l'analyse des densités.

Les paramètres adéquats de lecture de l'image nécessitent une expansion de fenêtre à 4000 unités Hounsfield (UH) pour un centre à 400 UH. Pour explorer au mieux l'étrier il peut être Cependant nécessaire d'abaisser le centre de la fenêtre à 100 ou 200 UH.

L'exploration tomodensitométrique des pyramides pétreuses est très performante pour l'analyse:

▼ de la pneumatisation de l'oreille moyenne et des cavités postérieures ;

▼ des structures à fort contraste comme les osselets, les parois osseuses de la caisse (tegmen tympani, mur de la logette, sinus tympani, récessus du facial, cellules mastoïdiennes) et le labyrinthe osseux antérieur (segmentation de la cochlée par le modiolus) et postérieur (vestibule, canaux semi-circulaires aqueducs et fenêtres).

b. Imagerie par résonance magnétique (IRM)

[1,2,3,6,7,8,9,10,11,12,13]

L'IRM est réalisée en deuxième intention dans la pathologie de l'oreille moyenne. Elle permet la caractérisation d'une lésion de la caisse du tympan ou de la mastoïde, et l'étude de son retentissement sur les structures de voisinage (oreille interne, méninges et encéphale), ainsi que l'analyse des tegmen tympani et antri. Le choix des séquences est fonction de l'orientation clinique. L'examen comporte une exploration de tout le crâne en T2 ou fluid attenuated inversion recovery (FLAIR) pour rechercher une pathologie de voisinage, ou l'extension intracrânienne d'une lésion du rocher. Les coupes fines centrées sur les rochers sont pondérées en T1 écho de spin rapide (fast spin echo [FSE]) ou écho de gradient, sans et avec injection de chélates de gadolinium. Quand l'étude du signal est privilégiée, les séquences en écho de spin permettent une analyse plus performante. Cependant, s'il s'agit de

lésions de petite taille, le nombre de coupes passant par la lésion peut être insuffisant et l'étude volumique en écho de gradient est privilégiée. Les séquences injectées T1 tardives (30 à 45 minutes après injection) sont utiles pour différencier une récurrence de cholestéatome d'une atteinte inflammatoire simple de la caisse. Une acquisition centrée sur le rocher en T2 FSE est parfois réalisée. Les coupes axiales sont orientées dans l'axe du palais osseux, et les coupes coronales sont perpendiculaires aux coupes axiales.

Les acquisitions en T2 haute résolution (acquisition volumique en coupes infra millimétriques) permettent une analyse précise des liquides de l'oreille interne et des espaces péri-cérébraux (liquide céphalorachidien [LCR]). Il s'agit des séquences Fiesta CTM, CISSTM, et DRIVETM, Elles sont le plus souvent acquises dans le plan axial, mais parfois dans le plan coronal pour l'étude du tegmen. Les séquences en imagerie de diffusion en coupes fines (B 800 ou 1000) permettent de caractériser les cholestéatomes et de dépister les récurrences, Les séquences en EPI (echo planar imaging) sont relativement « artéfactées » et il est préférable de réaliser des séquences en FSE. La séquence IRM dite Propeller (periodically rotated overlapping parallel lines with enhanced reconstruction) permet de diminuer les artefacts de susceptibilité magnétique, mais ce mode d'acquisition n'est pas disponible

sur toutes les machines. Le post-traitement est réalisé par le médecin ou un manipulateur expérimenté. Les séquences volumiques en écho de gradient T1 injectées et les séquences angio-IRM permettent des reconstructions 2D multidirectionnelles et 3D. Le mode MIP (maximum intensity projection) permet l'analyse des structures vasculaires, mais ne se substitue pas entièrement à l'analyse des images natives. L'analyse multiplanaire est utile dans le bilan des brèches du tegmen.

2. Indications et résultats

Ces pathologies sont très nombreuses. Plutôt qu'une liste exhaustive, nous proposerons une étude orientée en fonction de la fréquence des lésions ou de la difficulté et la gravité du diagnostic.

a. Otite chronique simple [1,3,14,15,16,17]

L'otite moyenne chronique simple conduit soit à des lésions cicatricielles calcifiées ou fibreuses, avec un déficit auditif variable, soit aux poches de rétraction tympanique qui sont secondaire à une invagination de tout ou partie du tympan dans la caisse par disparition de la fibreuse tympanique. L'exploration tomодensitométrique est indiquée en cas d'hypoacousie importante faisant suspecter une atteinte de la chaîne

ossiculaire non accessible à l'examen otoscopique pour aider le chirurgien à préciser le type et le siège de l'atteinte ossiculaire (Figure2), ou dans le cas des poches de rétraction fixées et incontrôlables pour préciser les lésions du cadre osseux tympanique, l'atteinte de la jonction incudo-stapédienne, la présence associée éventuelle d'un cholestéatome.

L'IRM n'a pas d'indication dans les otites chroniques simples, l'exploration de ces otites étant du ressort de la TDM.

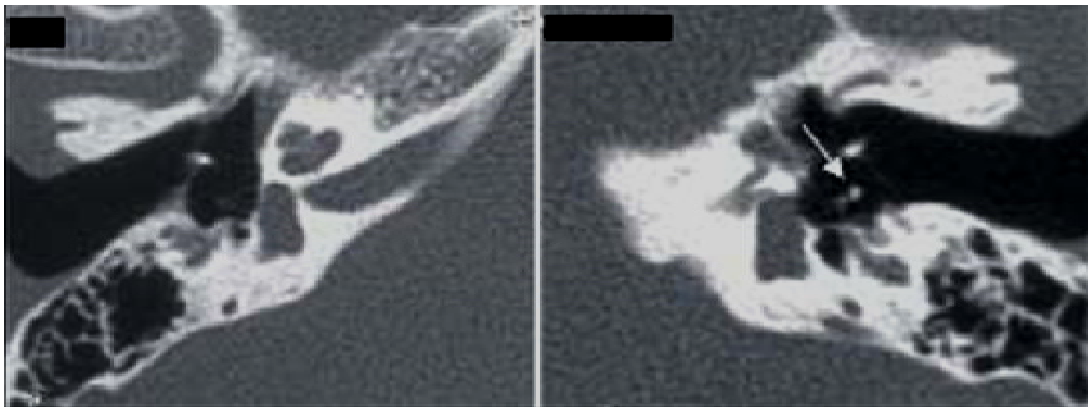


Figure 2 : Coupes TDM axiales comparatives centrées sur la partie inférieure de la chaîne ossiculaire [B]

a: Ostéolyse de la longue apophyse de l'incus : aucune structure osseuse visible en regard de la tête de l'étrier;

b: Image comparative normale : Longue apophyse de l'incus (flèche) et articulation incudo-stapédienne bien visualisées.

b. Otite chronique cholestéatomateuse

[1,3,18,19,20,21,22,23,24,25,26,27,28,29,30,31,32]

Le cholestéatome de l'oreille moyenne est habituellement défini par la présence d'un épithélium malpighien se développant au sein des cavités de l'oreille moyenne et/ou de la mastoïde, c'est une otite chronique qualifiée de dangereuse en raison des risques évolutifs de complications potentiellement graves, justifiant pleinement le recours exclusif à un traitement chirurgical, l'imagerie moderne occupe actuellement une place prépondérante dans sa prise en charge. Tout cholestéatome de l'oreille moyenne, diagnostiqué ou suspecté à l'examen clinique, impose la réalisation d'un bilan d'imagerie. L'examen de première intention est le scanner sans injection (Figure3). Ce scanner permet au clinicien :

- d'apporter des arguments en faveur du diagnostic de cholestéatome,
- de rechercher des complications ostéitiques (labyrinthe osseux, canal facial, tegmen, sinus sigmoïde, chaîne ossiculaire),
- d'apporter des précisions sur l'extension du cholestéatome,
- d'évaluer la conformation anatomique des cavités de l'oreille moyenne et de la mastoïde.

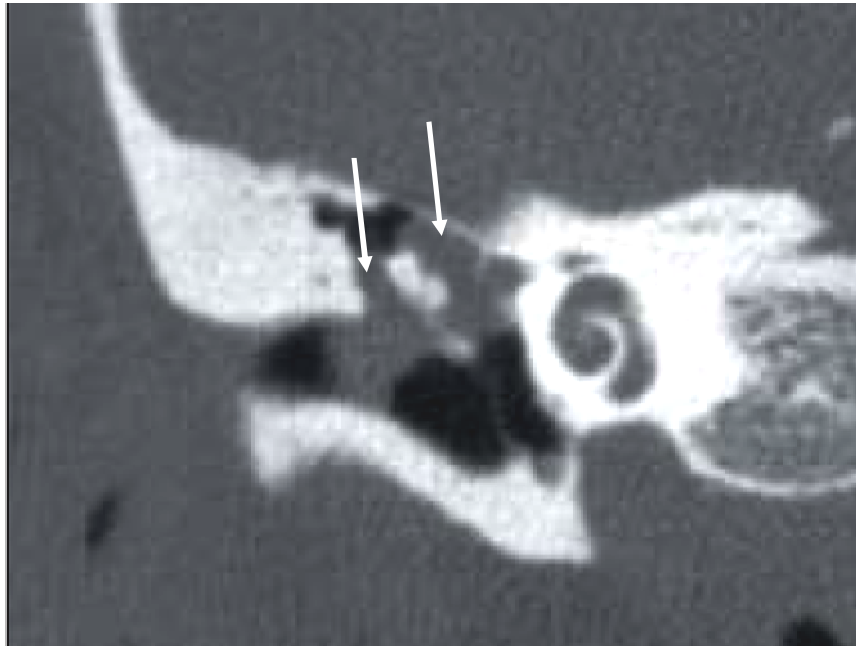


Figure 3 : Scanner de l'oreille droite en coupe coronale; [B]

Opacité tissulaire épitympanique externe et interne, contours polylobés, entourant les osselets et ayant entraîné une lyse de la partie distale de la paroi épitympanique externe (mur de la logette), très évocatrice d'un cholestéatome.

En fonction du tableau clinique et scannographique, le bilan pourra être complété par une IRM (Figure4) voire une Angio-IRM, les indications sont :

- large fistule labyrinthique, et extension intra-labyrinthique du cholestéatome.
- érosion du tegmen avec suspicion de méningocèle ou d'extension intracrânienne du cholestéatome,
- complication neuro-méningée.

Par ailleurs, l'imagerie occupe une place grandissante dans la surveillance postopératoire des cholestéatomes de l'oreille moyenne. L'imagerie permet de dépister des cholestéatomes résiduels après tympanoplastie en technique fermée, avec une fiabilité de plus en plus importante, elle permet, ainsi, de

sélectionner plus précisément les candidats à une révision chirurgicale. Le scanner sans injection est l'examen d'imagerie à envisager en première intention dans le cadre de la surveillance d'un cholestéatome opéré. L'IRM pourra venir compléter les données du scanner, en particulier pour tenter de différencier une lésion cholestéatomateuse et du tissu cicatriciel fibro-inflammatoire. Certaines équipes semblent évoluer vers la réalisation première d'une IRM, Schématiquement, on peut distinguer trois situations :

1. le scanner apparaît strictement normal, avec des cavités tympano-mastoïdiennes parfaitement aérées : dans ce cas la découverte d'une lésion résiduelle est fort peu probable et l'on peut se contenter de poursuivre une surveillance clinique voire tomodensitométrie, sans intervention chirurgicale. Un nouveau scanner de contrôle pourra être réalisé 12 à 24 mois plus tard pour éviter de laisser échapper une lésion épidermique initialement non détectable.

2. le scanner montre un comblement partiel au sein des cavités tympano-mastoïdiennes fortement évocateur d'un résiduel cholestéatomateux : il s'agit typiquement d'une lésion arrondie à contours convexes, polylobés ou festonnés, située dans une zone susceptible d'être le

siège d'un cholestéatome résiduel. Dans ce cas l'indication de révision chirurgicale est formelle

3. le scanner montre un comblement diffus des cavités tympano-mastoïdiennes, Dans cette situation, la révision chirurgicale était encore récemment formelle, mais l'introduction récente de nouveaux protocoles d'IRM semble pouvoir apporter des renseignements précieux pour différencier tissu cicatriciel et résiduel cholestéatomateux : l'IRM avec injection de gadolinium et clichés tardifs avec saturation de graisse en séquence T1 (45 mn après l'injection) et l'IRM avec séquences de diffusion.

À Le principe de l'IRM avec injection de gadolinium et clichés T1 retardés est basé sur le fait que le cholestéatome est totalement avasculaire, alors que le tissu cicatriciel fibro-inflammatoire est faiblement vascularisé. Il en résulte qu'une prise de contraste pourra être observée de façon retardée après injection de gadolinium en cas de tissu cicatriciel, alors qu'aucune prise de contraste ne surviendra en cas de lésion cholestéatomateuse. Ce protocole peut néanmoins laisser échapper des lésions cholestéatomateuses résiduelles de petite taille (moins de 3 mm), ce qui doit conduire en cas d'IRM négative à renouveler cet examen 12-24 mois plus tard.

À L'IRM de diffusion est basée sur les variations de mobilité des molécules d'eau et d'hydratation des différents tissus. En pratique, sur les séquences B500 ou B1000, seul le tissu cholestéatomateux apparaît hyperintense, c'est-à-dire gris clair ou blanc, en séquence de diffusion, alors que les autres tissus (muqueuse inflammatoire, épanchement séromuqueux, tissu cicatriciel notamment) apparaissent hypointenses, c'est-à-dire gris sombre. Cette technique d'imagerie prometteuse est rapide et ne nécessite pas l'utilisation de produit de contraste, mais elle est encore limitée par une trop faible résolution spatiale (seuls les cholestéatomes de plus de 5 mm peuvent être détectés avec fiabilité) et par la présence fréquente d'artefacts. Néanmoins, L'amélioration des algorithmes de traitement de L'image devraient rapidement permettre d'améliorer la fiabilité de cette technique, ce qui a déjà été le cas avec L'introduction de séquences turbo spin-écho (TSE) également appelées non echo planar imaging (non-EPI), avec lesquelles les seuils de détection semblent pouvoir être abaissés à des lésions de 2-3 mm. Les examens ont été réalisés avec une IRM 1,5 Tesla dans la majorité des publications, l'apport récent de l'IRM 3 Tesla est encore difficile à préciser, mais pourrait être intéressant en limitant les artefacts. L'association des 2

protocoles (séquences T1 retardées et diffusion) permettrait d'améliorer la fiabilité du dépistage des lésions résiduelles.

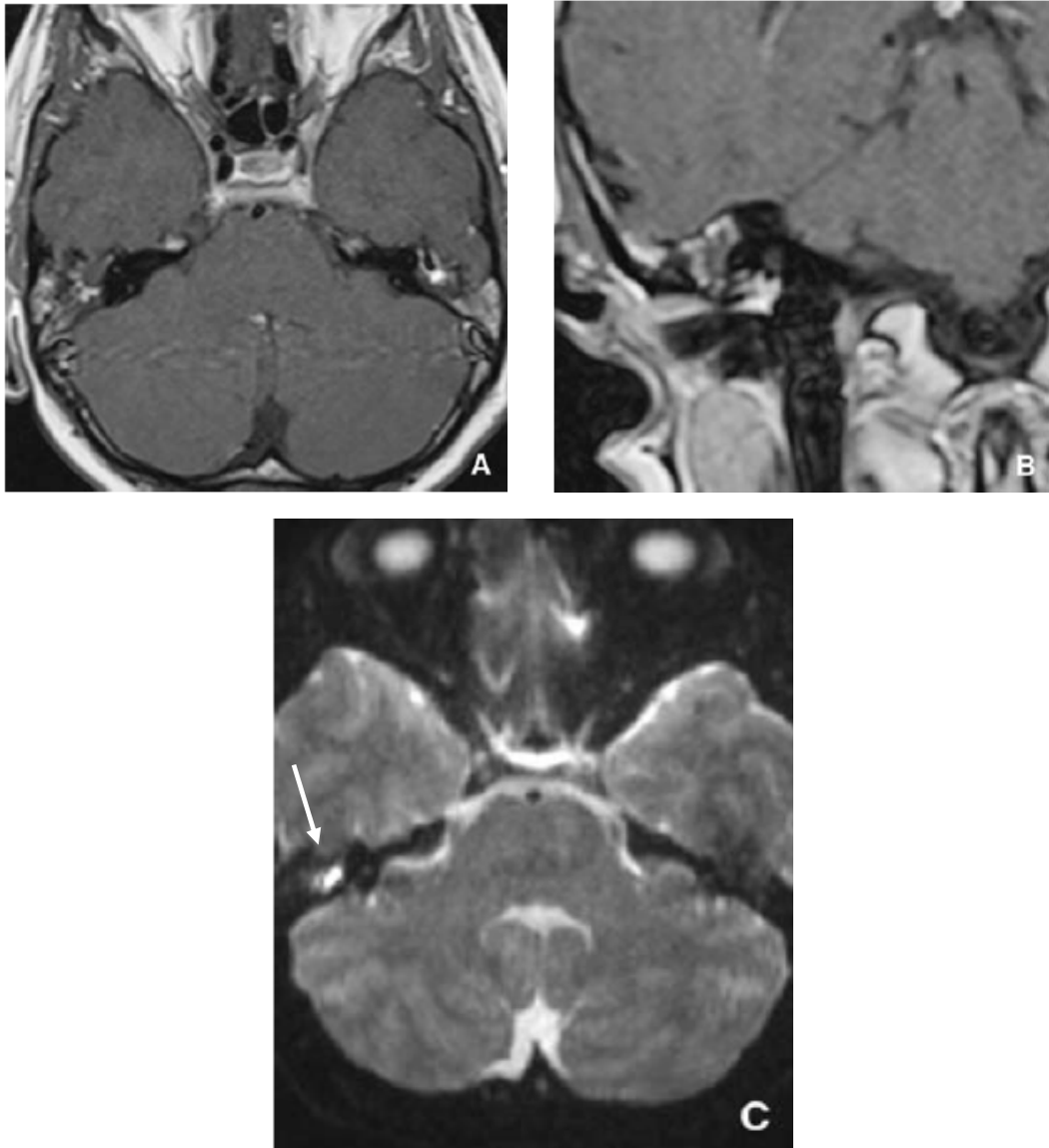


Figure 4 : Cholestéatome typique en IRM [C].

Les coupes axiale (A) et coronale (B) T1 injectées tardives (45 min après injection de chélates de gadolinium) montrent une prise de contraste de l'oreille moyenne avec, au niveau du mésotympan, une image ovale de l'attique ne se rehaussant pas après injection. La coupe coronale montre l'absence de prise de contraste méningée. La coupe axiale en séquence de diffusion B 1000 (C) met en évidence un franc hypersignal très évocateur du diagnostic de cholestéatome.

c. Otospongiose [1,3,33,34,35,36,37,38,39,40]

L'otospongiose est une ostéodystrophie primitive de la pyramide pétreuse développée à partir d'îlots cartilagineux résiduels de la capsule otique. Cliniquement, elle se traduit par une surdité de transmission ou une surdité mixte, d'apparition progressive à tympan le plus souvent normal. L'exploration scannographique est l'examen de référence dans le bilan préopératoire de l'otospongiose. Il confirme le diagnostic clinique en montrant les foyers de la capsule otique, évalue l'extension des lésions et réalise un bilan anatomique pré-chirurgical de la maladie à la recherche des causes des difficultés. L'imagerie nécessite des coupes fines de 0,5 mm, zoomées, centrées sur les fenêtres ovales et rondes, parallèles au canal semi-circulaire latéral, complétées par des coupes frontales. Il est important d'avoir un contraste suffisamment fort au sein de la capsule labyrinthique pour en détecter toutes les nuances. Le diagnostic radiologique d'otospongiose repose en premier lieu sur la présence d'une hypodensité en situation prévestibulaire au contact de la partie toute antérieure de la platine dans un triangle limité par le rebord antérieur du vestibule en arrière, le processus cochléariforme en dehors et par l'endoste cochléaire en dedans (Figure5).

Un deuxième signe important est représenté par une augmentation d'épaisseur de la platine (Figure6). L'épaississement platinaire est rarement isolé (0,02 % des cas) ; la platine normale mesure moins de 0,3 mm sur les coupes histologiques, son épaisseur varie de 0,4 à 0,55 mm sur les coupes scannographiques en haute résolution. Seuls les épaississements platinaires importants (supérieurs à 0,7 mm) doivent donc être considérés comme pathologiques par Veillon. Ils peuvent être localisés à la partie antérieure de la platine, intéresser le versant tympanique ou le versant vestibulaire. L'association à une atteinte préstapédienne permet d'affirmer le diagnostic.

La présence d'un foyer rétroplatinaire est plus rare, il s'agit d'une lésion dont le point de départ se situe au niveau de la fissula post fenestram et peut entraîner une ankylose platinaire par extension du foyer à l'articulation vestibulo-platinaire postérieure. Les foyers du promontoire s'étendent, eux, au rebord inférieur de la platine alors que ceux du rebord supérieur se prolongent vers la deuxième portion du nerf facial. Lorsqu'ils sont hypertrophiques, ils entraînent souvent une sténose du récessus de la fenêtré.

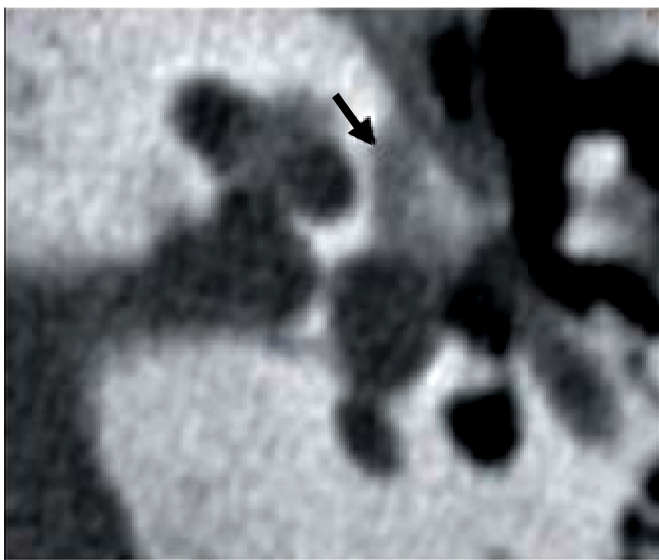


Figure 5 : Coupe TDM axiale passant par la région préstapédienne [D]

Foyer hétérogène qui associe des hypodensités probablement en phase active de destruction de la capsule otique et des hyperdensités probablement en phase inactive de reconstruction osseuse

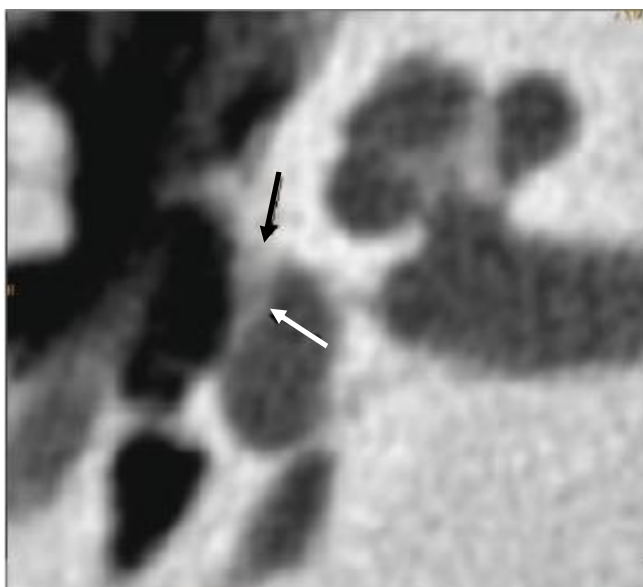


Figure 6 : TDM axiale de la région des fenêtres [D]

Épaississement localisé, plutôt antérieur, en forme de triangle de la platine de l'étrier sans atteinte préstapédienne

Le scanner doit permettre au chirurgien d'anticiper d'éventuelles difficultés qui pourraient compliquer le geste opératoire, voire le contre-indiquer. Un certain nombre de ces difficultés doivent être recherchées de façon systématique lors du bilan radiologique préopératoire :

1. Etranglement de la fenêtre ovale (Figure 7,8)
2. Otospongiose oblitérante (Figure 9)
3. Persistance d'une artère stapédienne (Figure 10)
4. Fixation du marteau (Figure 11)
5. Intégrité de la longue apophyse (Figure 12)
- 6 .Malformations labyrinthiques associées
7. Pathologie otitique associée
8. Déhiscence du canal semi-circulaire supérieur



Figure 7 : Coupe TDM coronale oblique de la région des fenêtres [D]

Procidence du nerf facial qui masque la platine de l'étrier. Sa projection dépasse le bord inférieur du récessus de la FR. Il est difficile de connaître l'état de la corticale osseuse du nerf. Sa constatation sera chirurgicale.

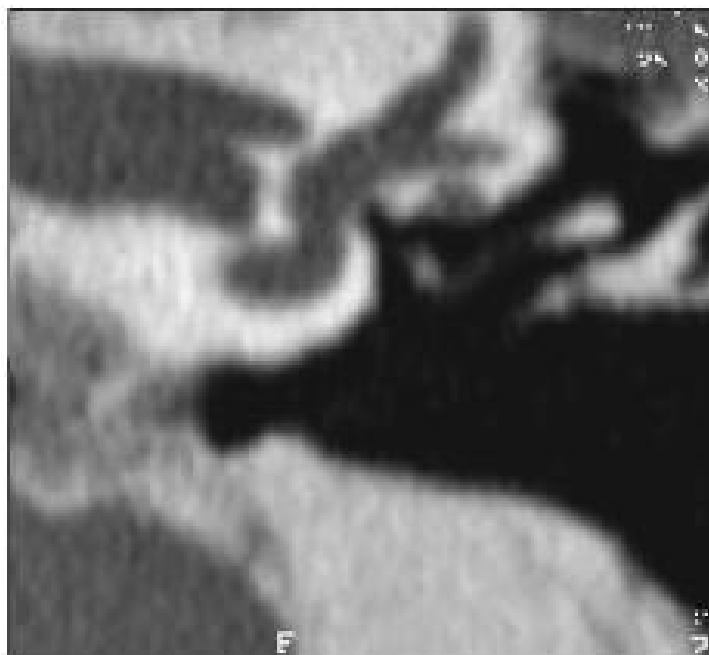


Figure 8 : Coupe TDM coronale[D].

Foyer antérieur, hétérogène, plutôt hyperdense, hypertrophique le long de la portion tympanique du nerf facial, il rétrécit la niche de la FO. Les différents plans de coupe permettent de mieux apprécier la taille du récessus de la FO.

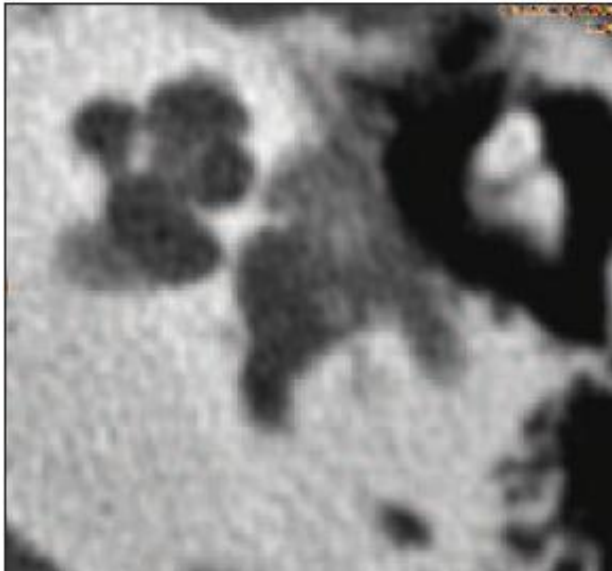


Figure 9 : Coupe TDM axiale[D].

Foyer préstapédienne prolifératif comble en totalité la niche de la FO. La technique opératoire doit alors être adaptée en fonction de l'importance de l'oblitération.

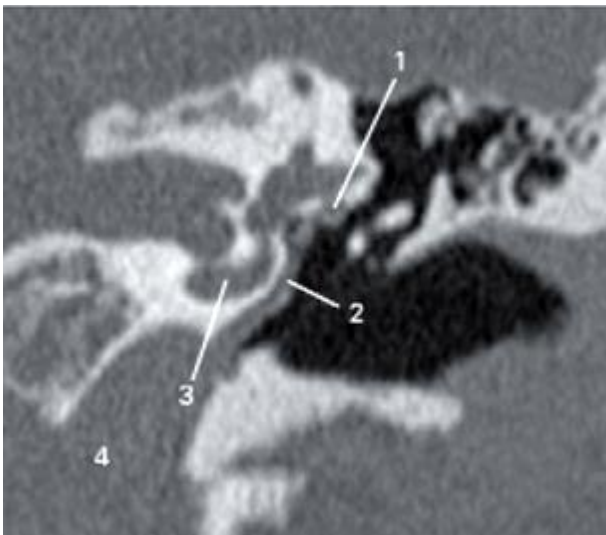


Figure 10 : TDM coupe frontale [D]

Persistance d'une artère stapédienne.

- 1, Canal facial tympanique.
- 2. Artère stapédienne
- 3. Cochlée.
- 4. Canal carotidien.



Figure 11 : Coupe TDM axiale [D]

Foyer préstapédien antérieur dans le cadre d'une otospongiose. Il ne faut surtout pas ignorer la fixation malléaire antérieure au tegmen qui implique une modification du geste opératoire.

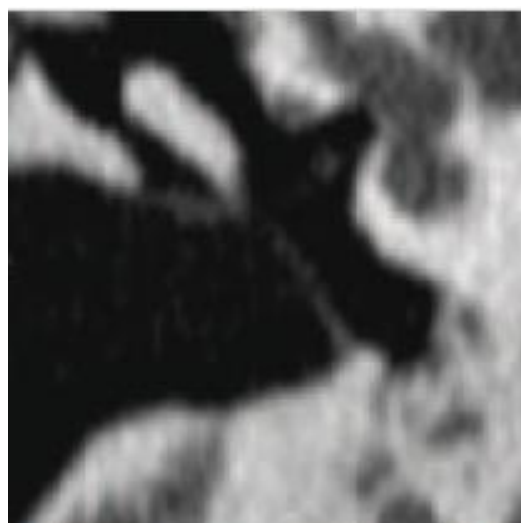
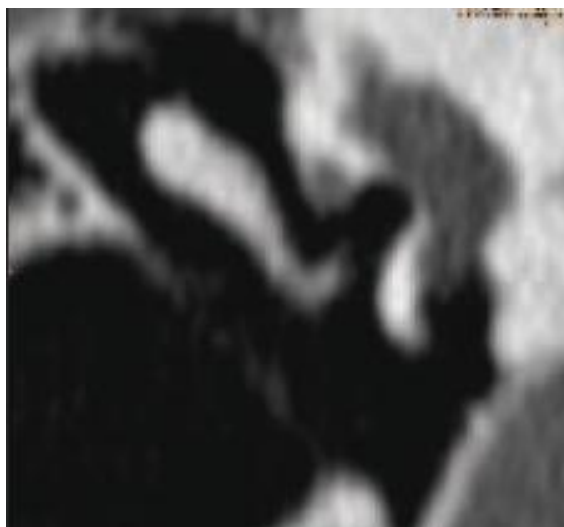


Figure 12 : Intégrité de la longue apophyse de l'enclume [D].

A gauche : Coupe TDM coronale oblique, elle confirme l'intégrité de la longue apophyse de l'enclume et de l'articulation incudo-malléaire.

A droite : Coupe TDM coronale oblique, lyse partielle de la longue apophyse de l'enclume avec discontinuité de la chaîne ossiculaire. Cette découverte implique une modification de la technique opératoire.

C'est une tumeur bénigne dérivée des cellules de la crête neurale, développée sur le promontoire sur le trajet des branches du nerf de Jacobson. Le diagnostic clinique se pose chez l'adulte en présence d'une surdité de transmission (81 % des cas), d'une masse rétrotympanique bleutée, pulsatile (Figure13) (54 % des cas), d'une lésion hémorragique du conduit auditif (45 % des cas) et d'une atteinte des VII et VIII paires de nerfs crâniens (27 %). Le diagnostic tomodensitométrique est aisé si l'on met en évidence une masse arrondie, adhérente au promontoire sans altération osseuse de la paroi médiale ou de la paroi inférieure de l'oreille moyenne avec respect du plancher de l'hypotympan séparant cavités pneumatiques de l'oreille et fosse jugulaire. Le diagnostic est plus difficile lorsque la tumeur gagne l'orifice tubaire et s'accompagne d'une otite séreuse ne permettant plus de préciser les limites tumorales. L'angio-scanner permet d'affirmer la nature vasculaire de la tumeur mais est actuellement supplanté par l'IRM (Figure14) qui permet une meilleure caractérisation tissulaire. La lésion hyperintense en T2, iso-intense en T1 se caractérise par une prise de contraste intense après injection intraveineuse de Gadolinium. L'aspect poivre et sel caractéristique des volumineuses paragangliomes jugulaires (images en coupes, vides de signal correspondant aux sections de structures

vasculaires à flux rapide), n'est généralement pas retrouvé pour les paragangliome tympaniques de plus petite taille. L'IRM permet de différencier le compartiment tumoral des lésions de confinement associées et précise l'extension tumorale vers la fosse jugulaire dans les plans coronal et sagittal. Devant un tympan bleu, les diagnostics différentiels à évoquer sont ceux de granulome à cholestérine, et d'anomalies vasculaires congénitales: procidence du golfe de la veine jugulaire interne, trajet aberrant de l'artère carotide interne.

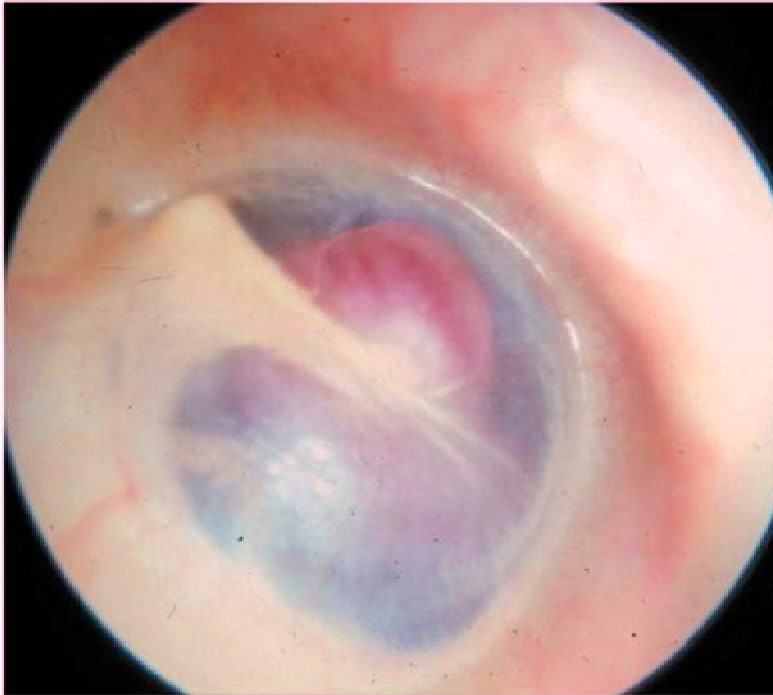


Figure 13 : Oreille droite [E]

L'otoscopie révèle une masse rougeâtre rétro-tympanique, caractéristique d'un paragangliome tympanique.



Figure 14 : Angio-IRM [E]

L'image est celle d'un paragangliome tympanique droit.

a. Masses trans-tegmentales [41,46,47,48,49]

Des méningocèle, des encéphalocèles et des méningo-encéphalocèles peuvent faire issue dans les cavités de l'OM par des brèches du tegmen compliquant des infections, des gestes chirurgicaux, un traumatisme ou une malformation congénitale. Elles peuvent être responsables d'otorrhée de LCS, démasquée par la pose d'un aérateur, plus rarement de rhinorrhée de LCS. Leur diagnostic étiologique évoqué sur des coupes TDM en fenêtre parenchymateuse coronales directes ou reconstruite, repose sur l'IRM, qui montre le caractère de la masse: liquidien pur ou associé à du parenchyme cérébral. Leur traitement est chirurgical.

b. Autres causes de surdité de transmission [1,2,38,50,51]

Devant une surdité de transmission ou une surdité mixte sans signe scannographique, il faut systématiquement rechercher une autre cause

i. Les luxations de la chaîne ossiculaire dans l'attique.

Elles intéressent le plus souvent la tête du marteau, parfois le corps de l'enclume souvent sans anomalie malformative associée, La multiplication des différents plans de reconstruction est souvent nécessaire avant de porter ce diagnostic afin d'authentifier le site de la fixation,

ii. Malformations mineures de la chaîne,

On distingue les malformations du premier arc branchial qui intéressent la tête du marteau et le corps de l'enclume et les malformations du deuxième arc qui portent sur la branche descendante de l'enclume, l'étrier et la platine. Elles sont fréquemment associées à un trajet anormal du facial intrapétreux, La chaîne ossiculaire peut être normale mais fixée par un pont osseux au tympanal (tête ou manche du marteau) ou aux parois de la caisse. Elle peut être malformée avec fusion de la tête du marteau et du corps de l'enclume (bloc incudo-malléaire), hypoplasie ou atrésie complète de la branche descendante de l'enclume, de l'étrier, de ses branches et de la platine avec ou sans atrésie de la fenêtre vestibulaire.

iii. Lésion traumatiques de la chaîne ossiculaire :

Luxation de la platine, luxation incudo malléaire et dislocation de l'enclume sont de diagnostic TDM aisé. Les luxations incudo-stapédiennes incomplètes, les fractures de branches de l'étrier, et les fractures de la platine sont de visualisation plus difficile. L'interrogatoire doit rechercher un antécédent traumatique même ancien.

MATERIELS ET METHODES

Il s'agit d'une étude rétrospective dont l'échantillon est constitué de patients ayant été opérés dans le service d'otorhinolaryngologie et de chirurgie cervico-faciale du CHU HASSAN II de FES entre janvier 2009 et décembre 2011 pour pathologie otologique occasionnant une surdité de transmission et pour laquelle ils ont bénéficié d'un examen tomodensitométrique préalable et opérés de première main.

Toutes les données anamnestiques, cliniques, paracliniques, et thérapeutiques ont été rapportées sur des fiches synoptiques, préalablement rédigées après revue de la littérature (annexe I).

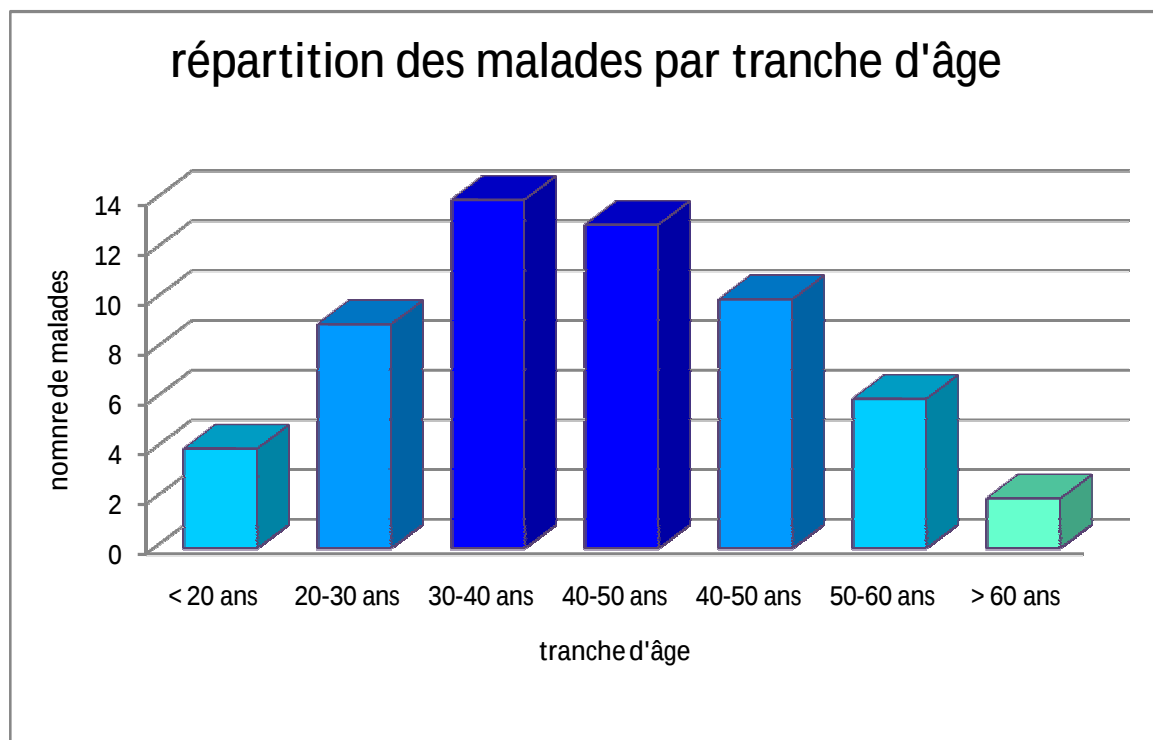
Nous avons réalisé une corrélation entre les différents résultats tomodensitométriques et les constatations chirurgicales, en se basant sur le calcul de la sensibilité (Se), de la spécificité (Sp), de la valeur prédictive positive (VPP) et de la valeur prédictive négative (VPN) relative à chacune des structures anatomiques étudiées.

RESULTATS

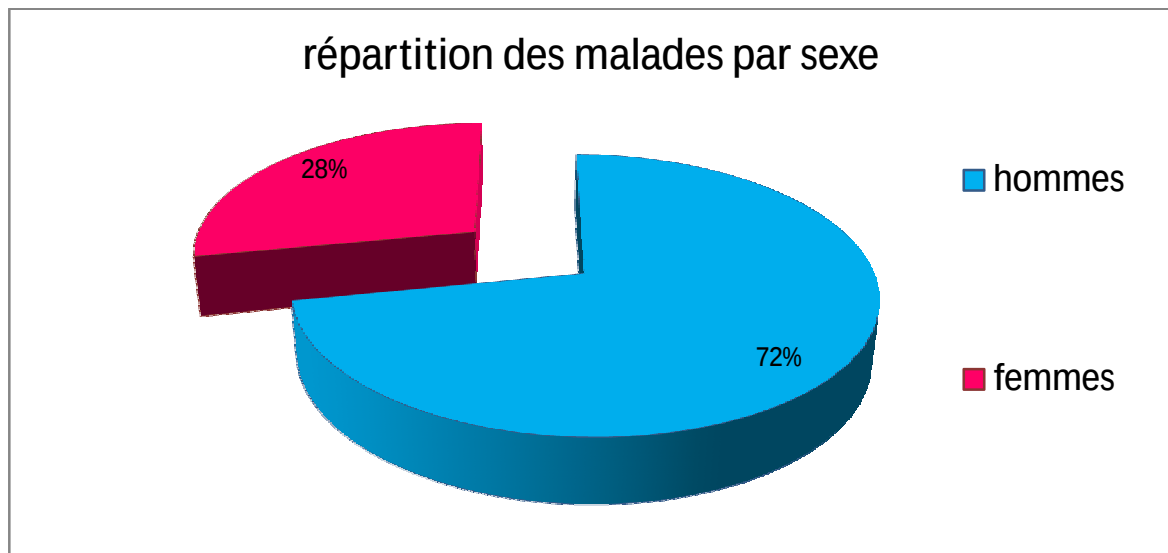
PROFIL EPIDEMIO-CLINIQUE

Ø Population

Au total cette étude regroupait 58 malades, l'âge moyen était de 31 ans avec des extrêmes allant de 5 ans à 70 ans. La distribution selon l'âge est représentée sur le graphe ci-dessous. 50 % des patients avaient entre 30 et 50ans.

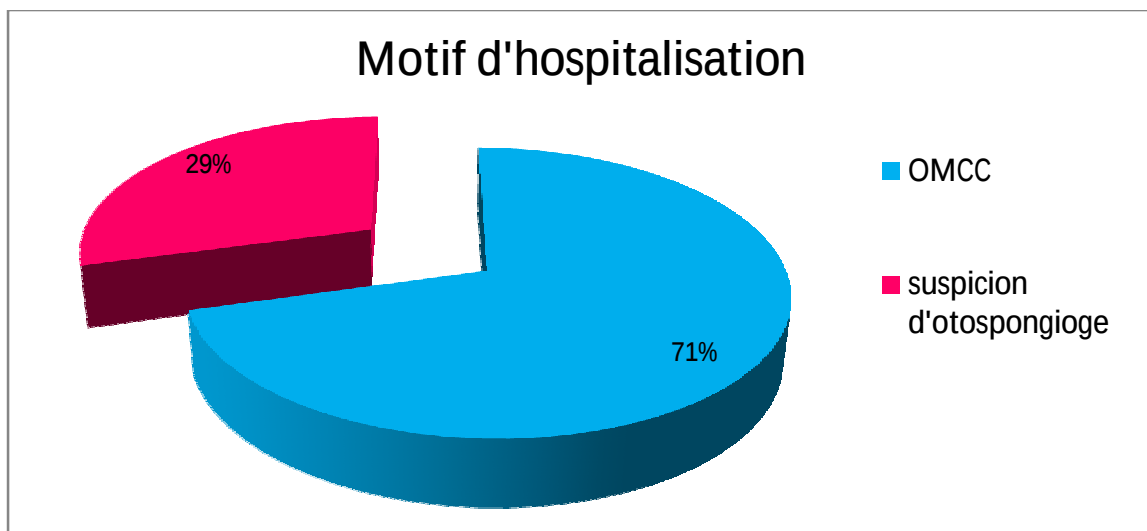


En ce qui concerne la distribution des malades selon le sexe, 35 était des femmes sur 58, soit un sex-ratio de 3 FEMMES / 2 HOMMES



Ø Motif d'hospitalisation :

41 malades étaient hospitalisés pour prise en charge d'une otite moyenne chronique cholestéatomateuse, 17 pour exploration de caisse dans le cadre d'une suspicion d'otospongiose.



Ø Antécédents :

Dans notre série, parmi les malades hospitalisés pour cholestéatome, 37 patients avaient des antécédents otitiques, 3 patient avait la notion de traumatisme crânien, 1 patient avait un antécédent de méningite. Les antécédents familiaux de surdit  taient retrouv  chez un seul malade hospitalis  pour otospongiose.

Ø Age de d  but :

Parmi les 41malades hospitalis  pour cholest  atome, la surdit  est apparu   l'  ge adulte chez 29 malades, 12 malades rapporte cette surdit  depuis l'enfance, par ailleurs on a not  qu'un seul cas surdit  d  s la naissance.

La surdit  est apparue   l'  ge adulte chez tous les malades hospitalis  pour exploration de caisse

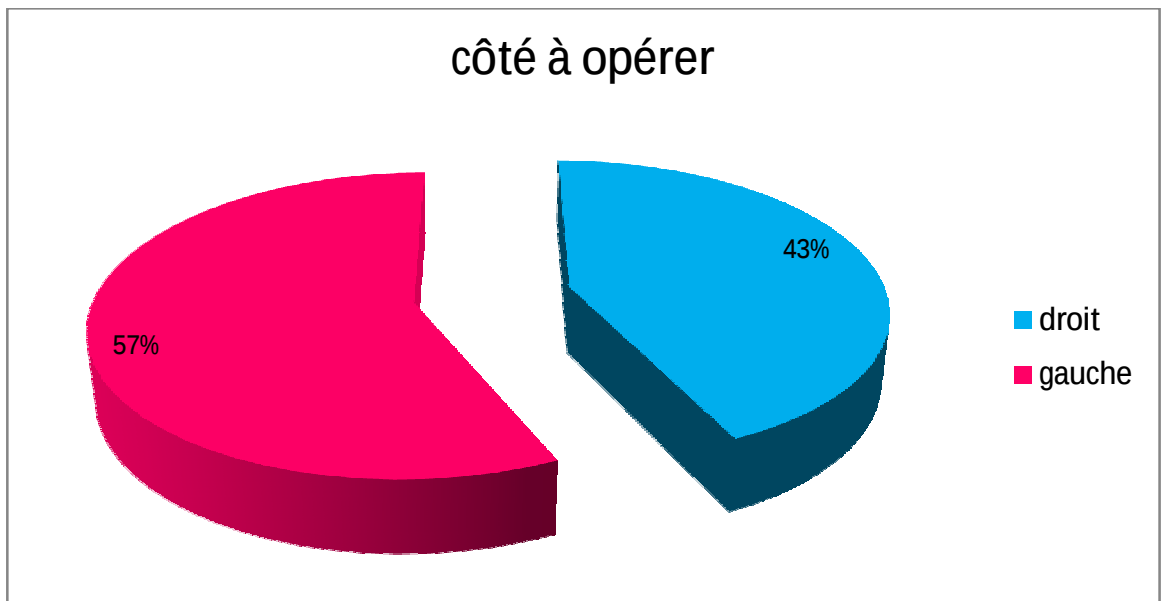
Ø Mode de d  but :

La surdit    tait d'installation progressive chez tous les malades

Ø Signes fonctionnels :

L'hypoacousie   tait le sympt  me dominant, pr  sent chez tous les malades, vient ensuite les otorrh  es retrouv  es chez 39 patients tous hospitalis  pour cholest  atome, les acouph  nes chez 13 patients (8 cas de cholest  atome, 5 cas d'otospongiose), les otalgies chez 11 patients (11 cas de cholest  atome) et enfin les sensations vertigineuses chez seulement 6 patients (5 cas de cholest  atome, 1cas d'otospongiose).

Ø Coté à opérer



Ø Examen clinique

Un examen otologique était réalisé systématiquement pour chaque malade, il consistait en :

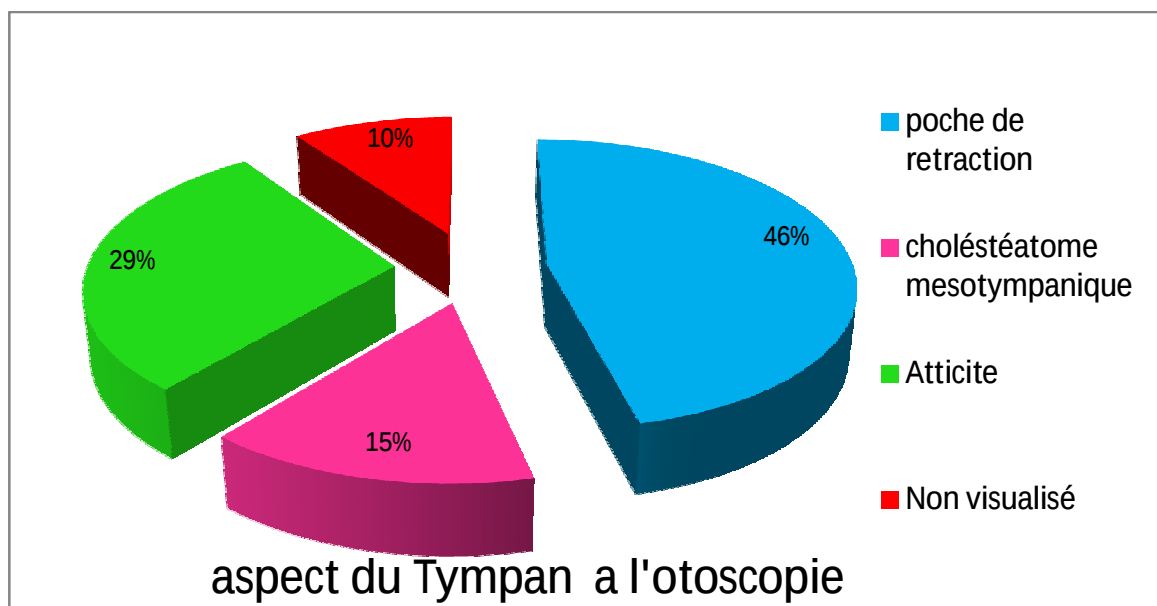
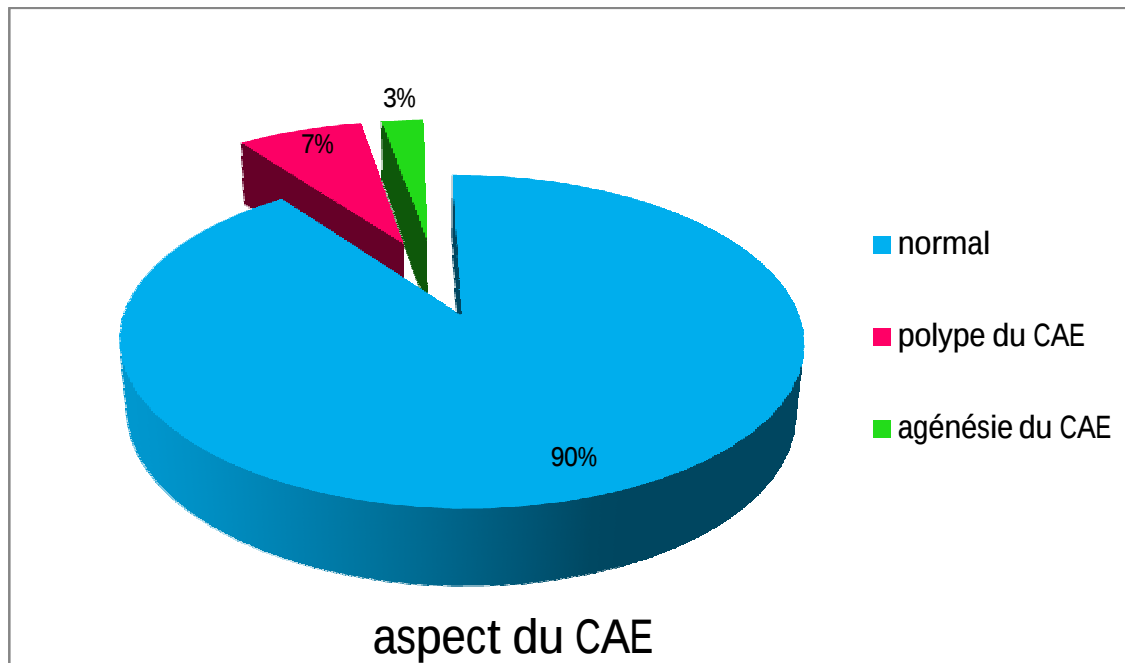
Ä Un examen du conduit auditif externe «CAE» et du tympan sous microscope

Ä Une acoumétrie au diapason pour évaluer le Rinne et le Weber

Les résultats sont représentés en fonction du motif d'hospitalisation et pour le coté à opérer:

1. Otoscopie

Ø Cholestéatome



Ø Otospongiose

L'examen du CAE et du tympan était normal chez tous les malades hospitalisés pour otospongiose.

2. Acoumétrie

C'est un temps essentiel dans l'approche d'une hypoacousie, elle comporte essentiellement deux tests le Rinne et le Weber, dans notre étude le Rinne était toujours négatifs du côté opéré, et le Weber était latéralisé du côté malade dans tous les cas ce qui a confirmé la surdité de transmission.

Ø Données de l'examen audiométrique

Nous avons, pour chaque patient, rechercher les audiogrammes afin d'établir les caractères de la surdité. Dans la plupart des cas, plusieurs audiogrammes ont été réalisés dans le suivi des patients, nous avons choisi celui pratiqué au moment de la tomodensitométrie. L'audiométrie tonale liminaire était pratiquée en cabine insonorisée pour la plupart de nos patients. Afin d'estimer le degré de la perte auditive de l'oreille à opérer, on a établi un score moyen des seuils obtenus en conduction aérienne et en conduction osseuse aux fréquences 500, 1000, et 2000 Hz : « Three

Frequency Pure Tone Average ». Le Rinne audiométrique moyen a été calculé sur ces mêmes fréquences.

Les patients hospitalisés pour prise en charge d'une otite chronique cholestéatomateuse avaient une perte moyenne de 57 dB et un Rinne audiométrique moyen de 38 dB

Les patients hospitalisés pour prise en charge d'une otospongiose avaient une perte moyenne de 44 dB et un Rinne audiométrique moyen de 32 dB

Ø Impédancemétrie

C'est une méthode d'exploration objective de l'appareil de transmission de l'audition. Elle comporte la tympanométrie et le reflexe stapédien. Elle a été réalisée chez 17 malades présentant une surdité de transmission à tympan intact. Les résultats sont représentés sur les tableaux suivants

Tympanométrie	Diminuée	normale	décalée
Cas	9	7	1

Reflexe stapédien	absent	présent
Cas	17	0

Ø Données tomodensitométriques

Tous nos patients ont bénéficiés d'un scanner du rocher, les explorations sont effectuées dans les plans de référence pour l'étude du rocher :

- Ø Axial : parallèle au plan orbito-méatal (passant par le nasion et le bord supérieur du CAE)
- Ø Frontal : les coupes se situent de la partie antérieure de la cochlée à la partie postérieure des canaux semi-circulaires

Des reconstructions à partir de calcul informatiques sont éventuellement réalisées à partir de coupes axiales jointives, elles peuvent être obtenues dans tous les plans de l'espace.

Des filtres sont utilisés afin de privilégier au maximum le contraste et la résolution spatiale. L'épaisseur des coupes est réduite à une valeur minimale afin d'éviter la superposition de plusieurs structures, qui induit des effets de volume partiel, et d'obtenir une meilleure définition.

Nous rapportons ci-dessous les résultats scannographiques de l'oreille à opérer en fonction de l'orientation étiologique.

- Ø Suspicion d'otospongiose :

Ä parmi les 17 scanners réalisés pour cette indication, 8 ont montré des foyers hypodenses évocateurs d'otospongiose (Figure15,16), nous avons reparti les différentes images d'otospongiose en se référant à la classification de Veillon (voir annexe 3), les résultats sont rapportés sur le tableau suivant.

Type	Type I	Type II	Type III	Type IV
Nombre de malades	1	5	2	0

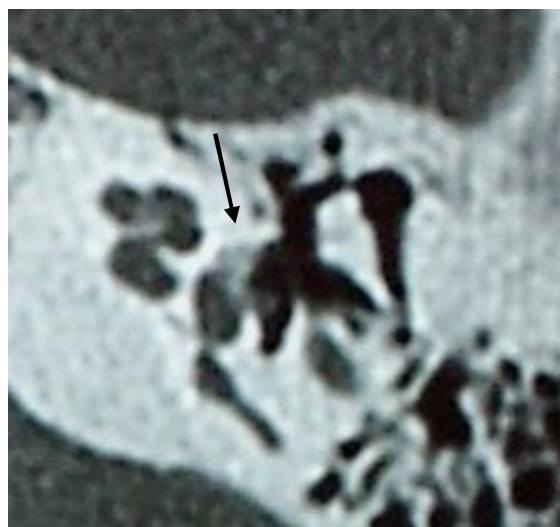
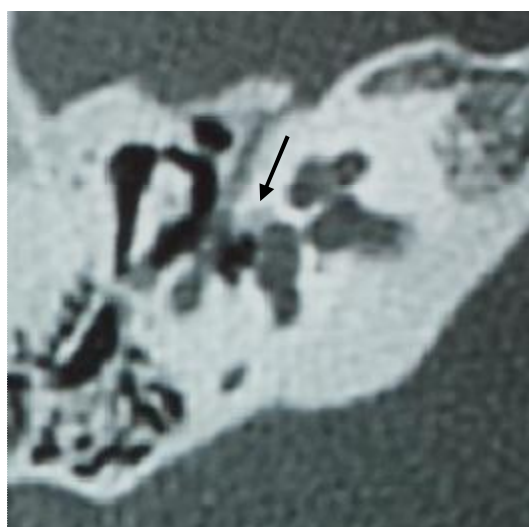


Figure 15 : TDM du rocher coupe axiale [B]

Hypodensité préstapédienne inférieure ou égale à 1 mm (flèches), sans extension à la couche labyrinthique moyenne antérieure. Type I de Veillon

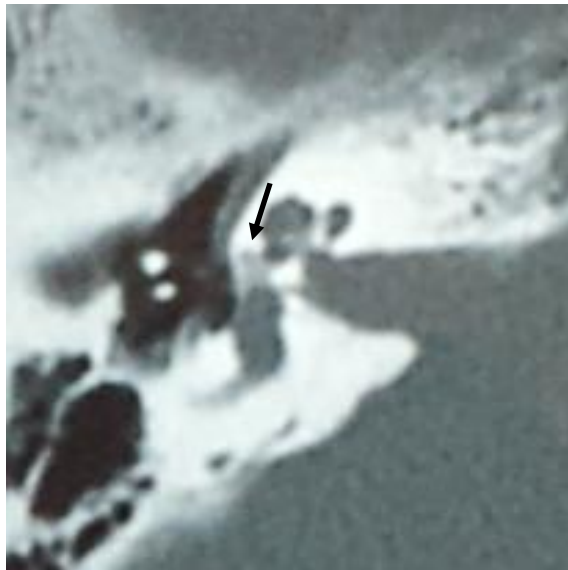


Figure 16 : TDM du rocher coupe axiale [B]

Hypodensité préstapédienne supramillimétrique en contact avec la lumière cochléaire.
Type III de veillon

Ä L'épaisseur de la platine n'était précisée que chez seulement trois patients (Figure17) : elle était respectivement de 0,6; 1,1 et 1,4 cm



Figure 17 : TDM du rocher en coupe axiale [B]

Épaississement localisé, plutôt antérieur (flèches), en forme de triangle de la platine de l'étrier

Ø Otite moyenne chronique d'allure cholestéatomateuse

(Figure 18, 18') :

Ä 41 TDM du rocher ont été réalisées pour cette indication, les résultats sont rapportés sur l'histogramme ci-dessous.

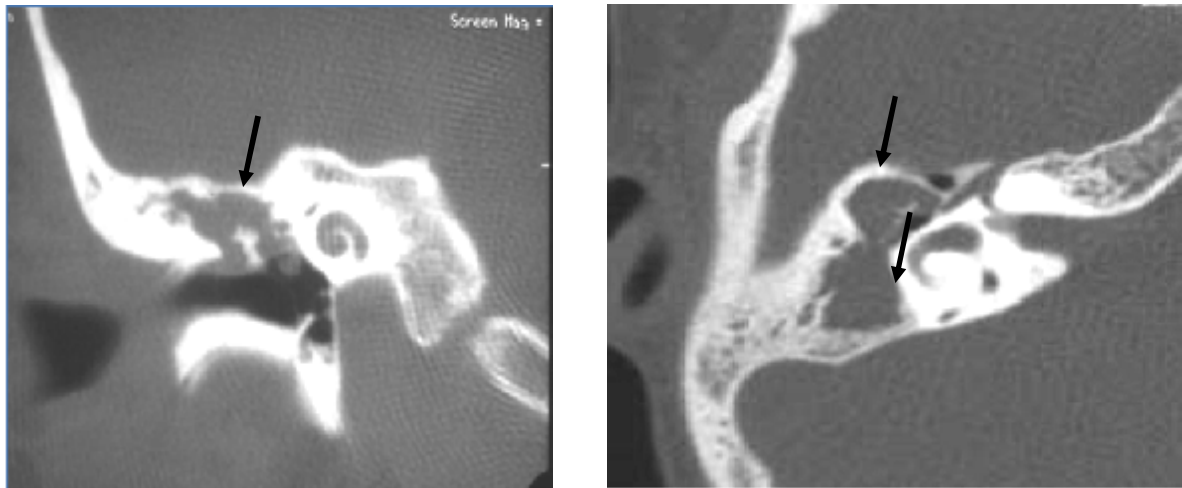


Figure 18 : TDM du rocher en coupes axiale et coronale [B]

Comblement tissulaire polylobé convexe, antro-attical typique avec lyse osseuse typique du cholestéatome

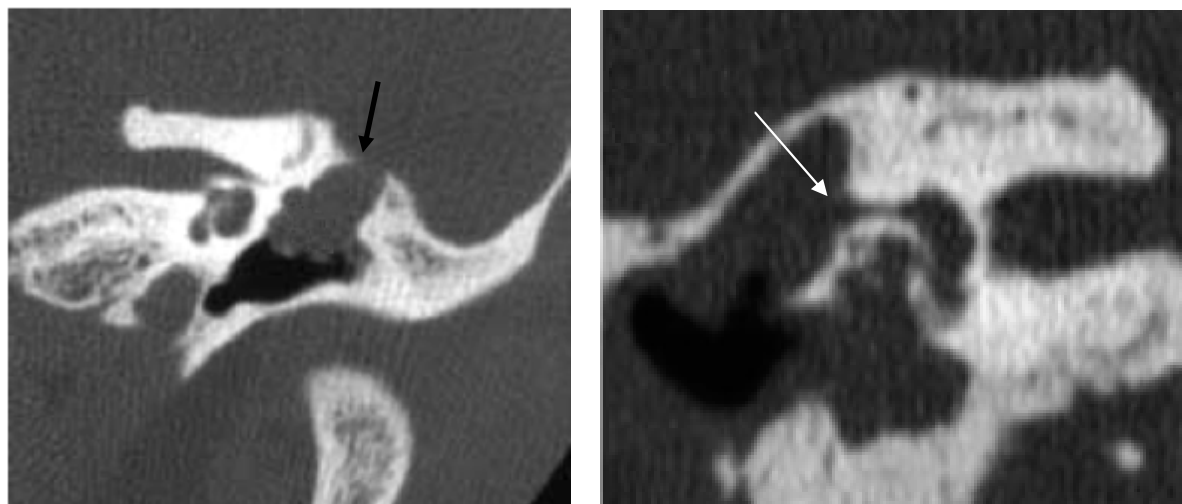


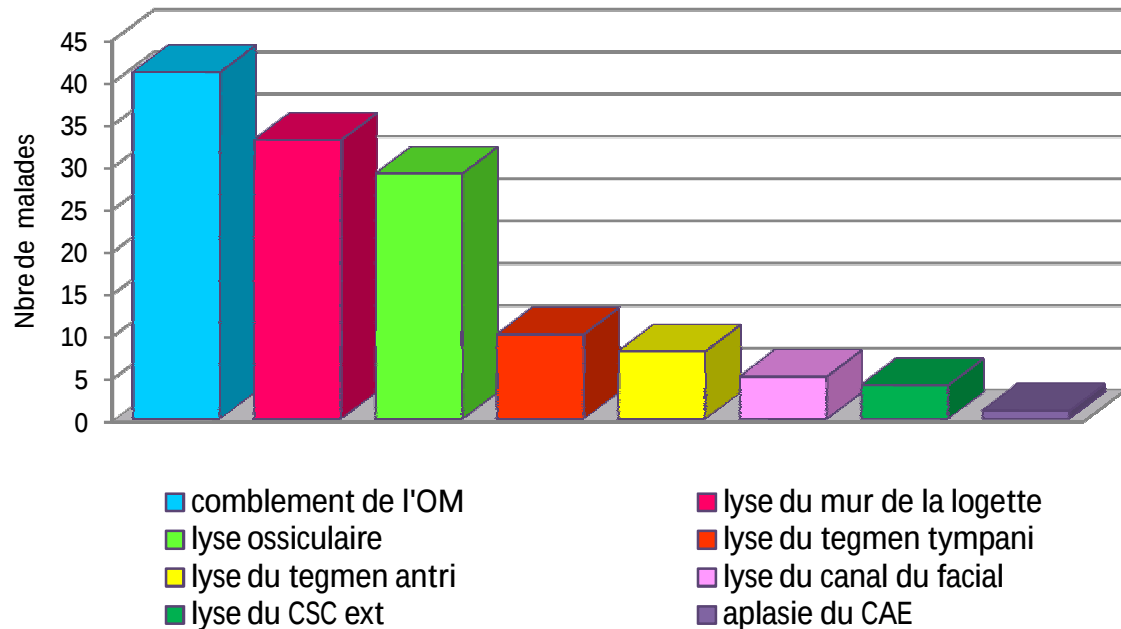
Figure 18' : TDM rocher coupe axiale et coronale [B]

Signes d'ostéolyse qui témoignent de l'agressivité de la maladie

A droite : lyse du CSC ext

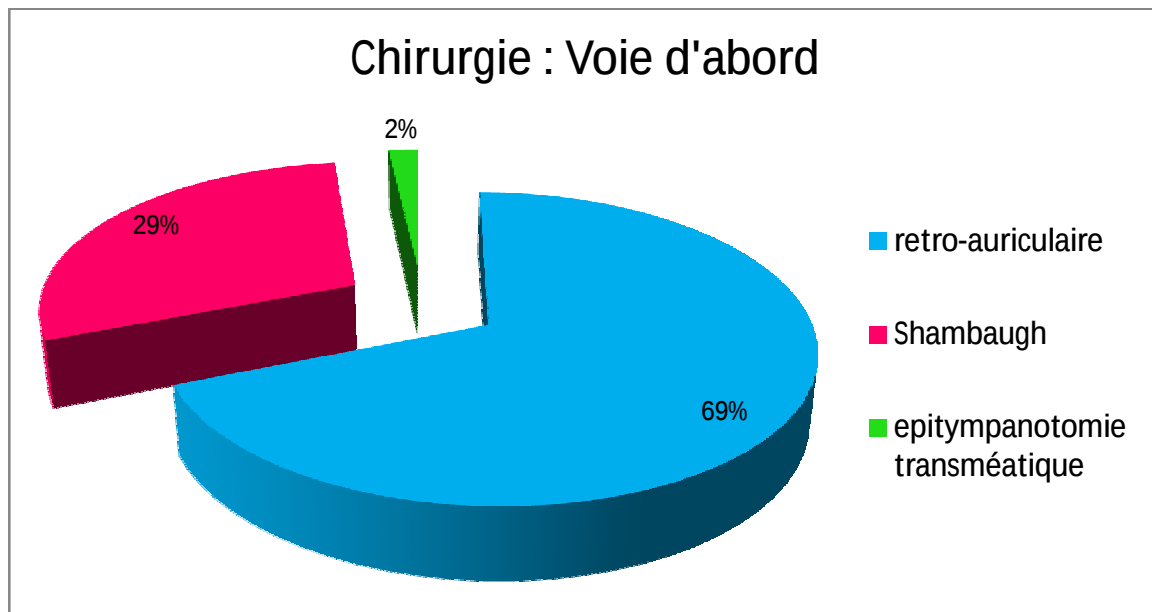
A gauche : lyse du tegmen tympani

resultats TDM dans le cas du cholestéatome



Ø Données chirurgicales

Tous les patients inclus dans cette étude ont été opérés par la même équipe chirurgicale. Tous les patients ont eu une anesthésie generale, la répartition des patients en fonction de la voie d'abord et du coté opéré était comme suit :



Les constatations opératoires furent retranscrites sur un compte rendu.
Parmi nos 58 patients :

o Suspicion d'otospongiose (Figure19) :

§ Des foyers d'otospongiose sont retrouvée dans 11 cas, ces différents foyers ont été classé selon la classification de Portmann voir annexe2 ; le tableau suivant montre la répartition de nos malades en fonction du stade per-opératoire de l'otospongiose

Stade	Stade I	Stade II	Stade III	Stade IV	Stade V
Nombre de malades	5	3	0	2	1

§ ces foyers intéressaient la platine antérieure dans 10 cas et le promontoire dans un cas,

§ Une fixation ossiculaire complète est retrouvée dans 8 cas, incomplète dans 9 cas

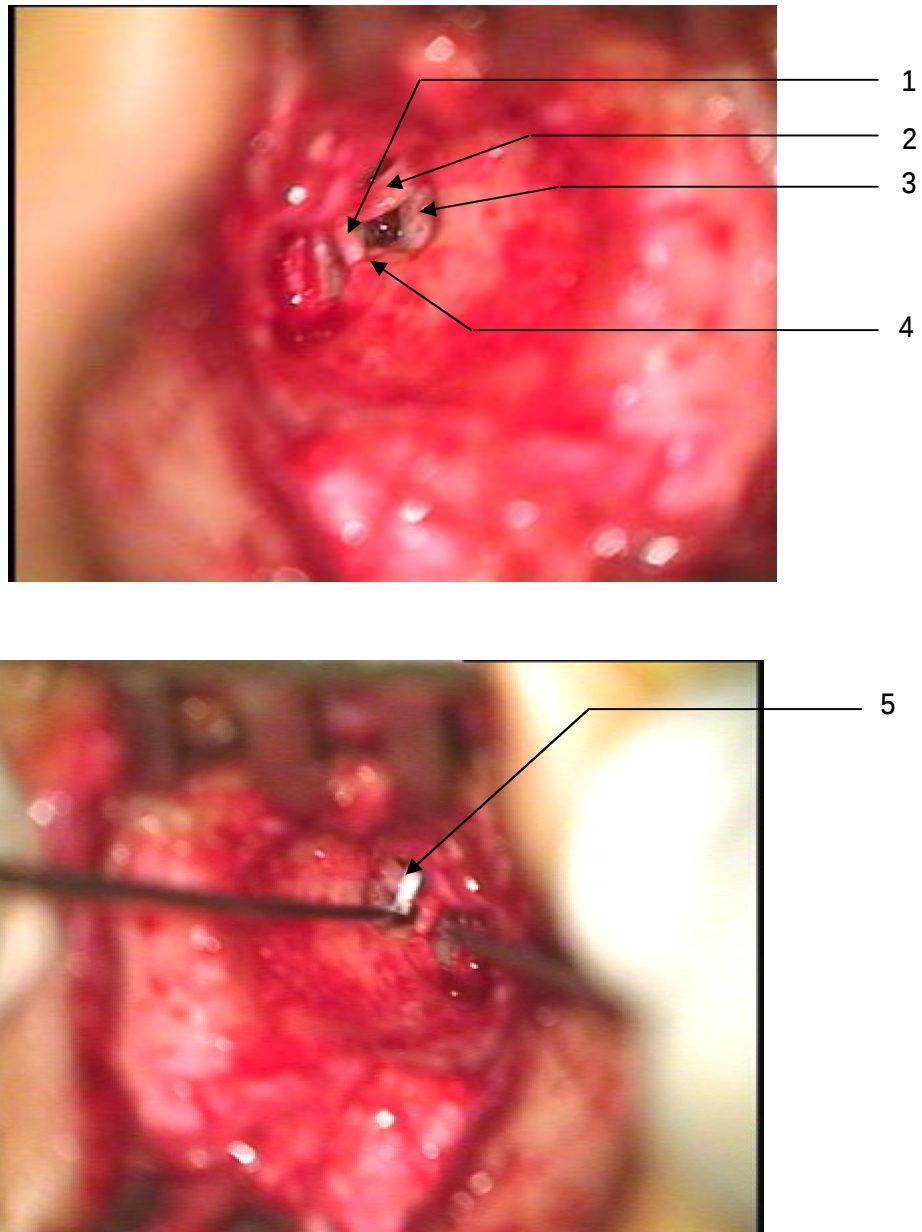


Figure 19 : Chirurgie d'otospongiose, Images per-opératoires [B] :

1 : étrier ; 2 : branche descendante de l'enclume ; 3 : nerf facial ; 4 : foyer préstapédien

5 : mise en place du piston en téflon

o OMC d'allure cholestéatomateuse (Figure 20, 21, 22):

- § Un comblement de l'OM est retrouvé dans 38 cas
- § Une lyse ossiculaire est retrouvée dans 33 cas
- § Lyse du mur de la logette est retrouvée dans 33 cas
- § Une lyse tegmen tympani est retrouvée dans 9 cas
- § Une lyse du tegmen antri est retrouvée dans 4 cas
- § Une lyse du canal du facial est retrouvée dans 14 cas
- § Une lyse du CSCE est retrouvée dans 5 cas
- § Une aplasie du CAE associée à un comblement des cavités de l'OM est retrouvée dans un cas
- § Une diminution de la pneumatisation de la mastoïde dans 19 cas
- § Une déhiscence du golf de la jugulaire dans un cas
- § Un sinus latéral antérieurement situé dans trois cas

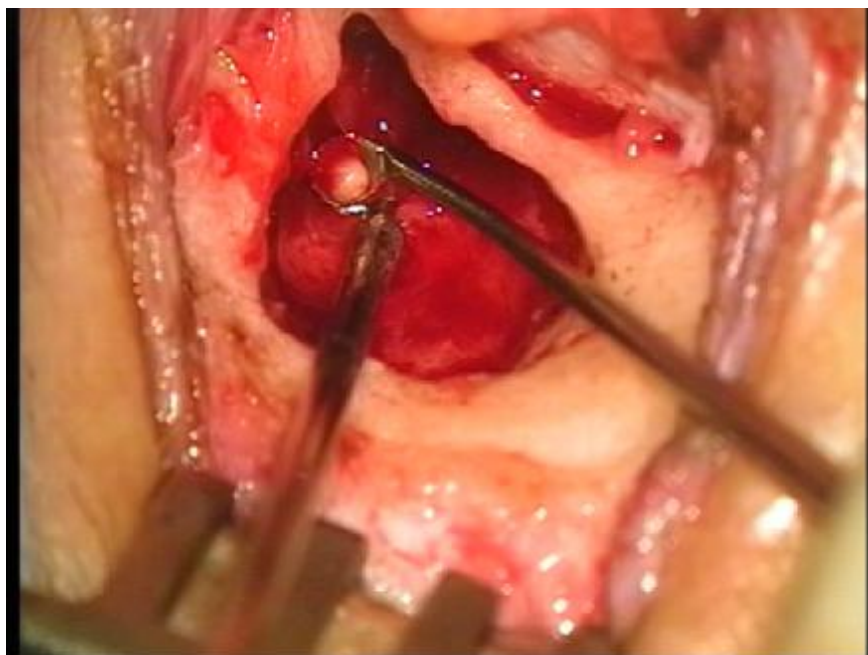
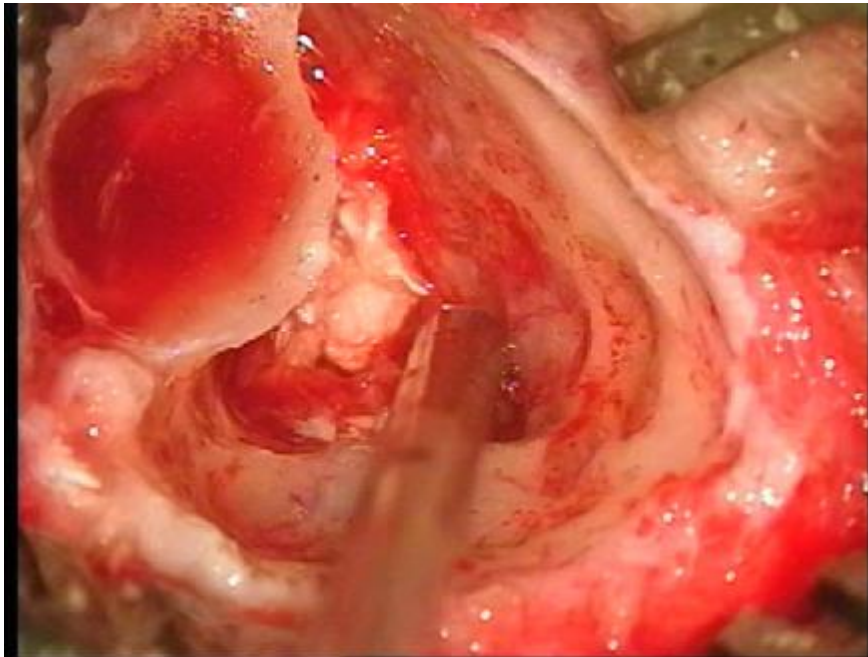


Figure 20 : Chirurgie du cholestéatome ; Antro-atticotomie [B]:

En haut : cholestéatome extensif

En bas : cholestéatome en perle

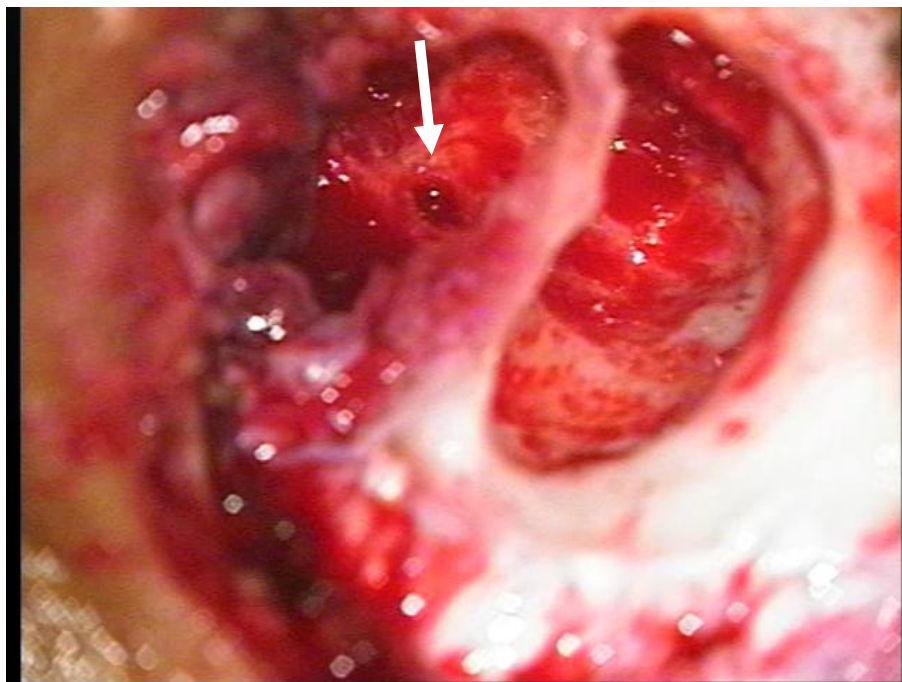
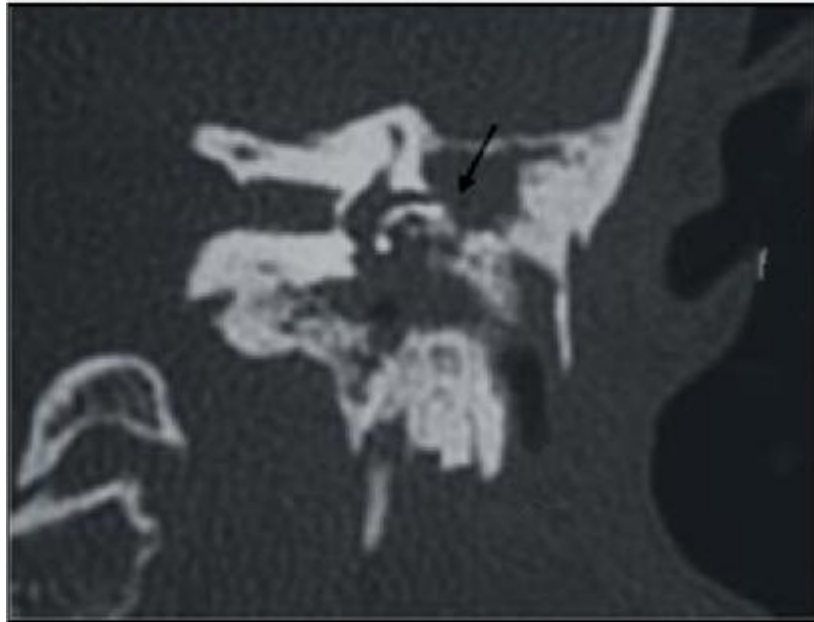


Figure 21 : Chirurgie du Cholestéatome [B]

Fistule du canal semi-circulaire latéral gauche (flèches).

En haut : image TDM

En bas : découverte per-opératoire

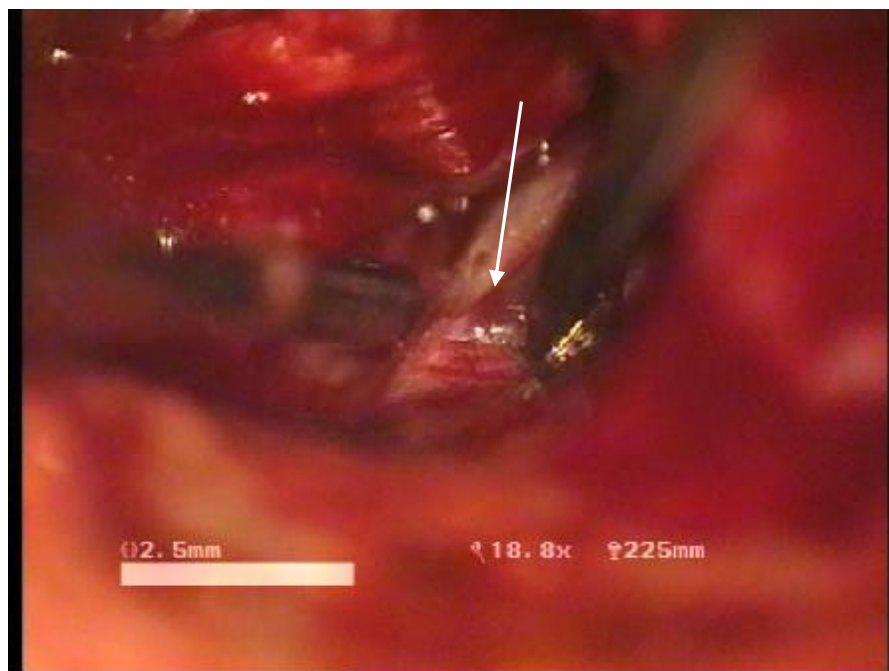
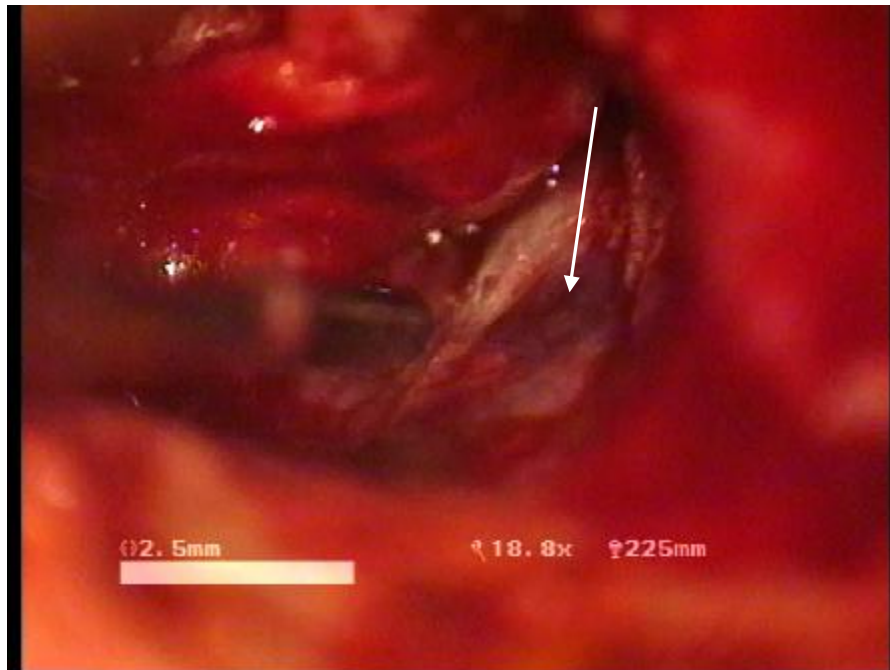
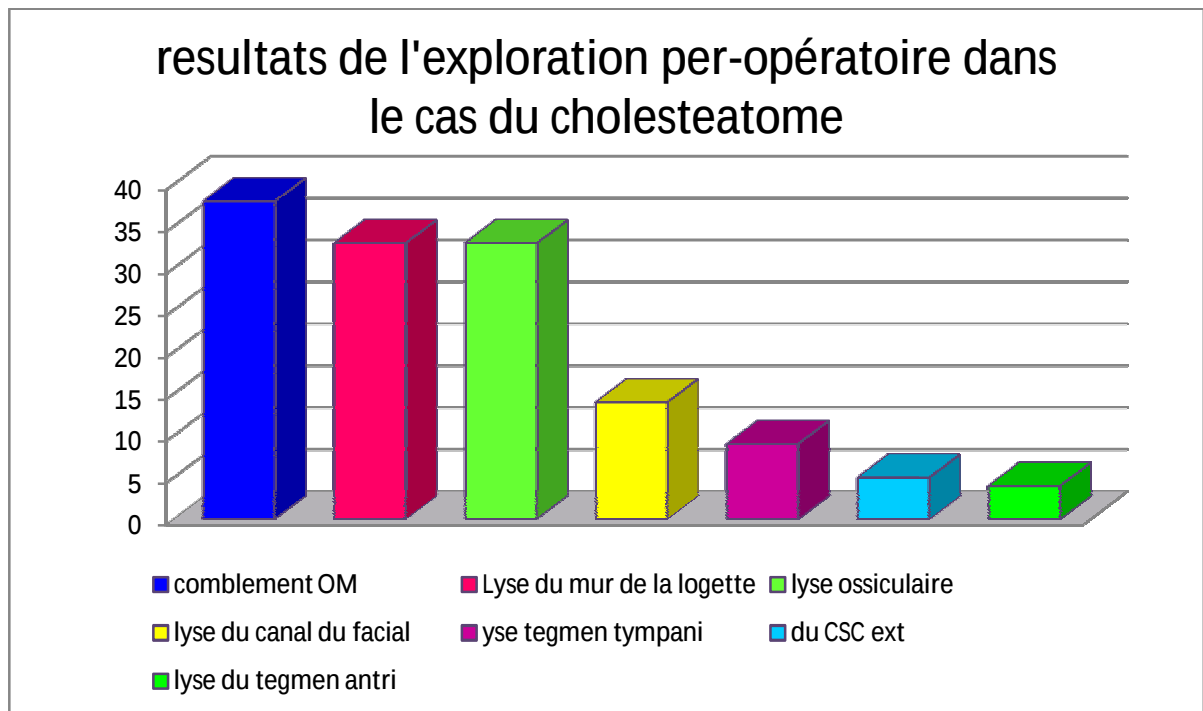


Figure 22 : Chirurgie du cholestéatome [B]:

Procidence du golf de la jugulaire au niveau du plancher de la caisse du tympan (flèches)



Ø Corrélation scanno-chirurgicale

Pour évaluer les performances et le degré de fiabilité de la TDM pour les différents paramètres anatomiques analysés. Nous avons procédé à une corrélation scanno-chirurgicale, et cela en mesurant la validité intrinsèque à savoir la sensibilité « Se » et la spécificité « Sp » ainsi que La valeur prédictive positive « VPP » et négative « VPN » :

$$Se = \frac{VP}{VP + FN}$$

$$Sp = \frac{VN}{VN + FP}$$

$$VPP = \frac{VP}{VP + FP}$$

$$VPN = \frac{VN}{VN + FN}$$

Rappelant que

- § Vrais positifs (VP) : représente le nombre d'individus malades avec un test positif,
- § Faux positifs (FP) : représente le nombre d'individus non malades avec un test positif,
- § Faux négatifs (FN) : représente le nombre d'individus malades avec un test négatif,
- § Vrais négatifs (VN) : représente le nombre d'individus non malades avec un test négatif.
- § Sensibilité (Se) : probabilité que le test soit positif si la maladie est présente, se mesure chez les malades seulement.
- § Spécificité (Sp) : la probabilité d'obtenir un test négatif chez les non-malades, se mesure chez les non-malades seulement
- § Valeur prédictive positive (VPP) : probabilité que la condition soit présente lorsque le test est positif.
- § Valeur prédictive négative (VPN) : la probabilité que la condition ne soit pas présente lorsque le test est négatif.

Ä Otospongiose

	Foyer d'otospongiose TDM	Absence de foyer d'otospongiose TDM	Total
Foyer d'otospongiose per - op	8	3	11
Absence de foyer d'otospongiose per - op	0	6	6
Total	8	9	17

Se 73%

Sp 100%

VPP 100%

VPN 67%

	Type I	Type II	Type III	Type IV
Stade I	1	1	0	0
Stade II	0	3	0	0
Stade III	0	0	0	0
Stade IV	0	1	1	0
Stade V	0	0	1	0

Ä Cholestéatome

Ø Comblement tissulaire des cavités de l'oreille moyenne

	Comblement tissulaire TDM	Absence de comblement tissulaire TDM	Total
Comblement tissulaire per - op	38	0	38
Absence de comblement tissulaire per - op	2	1	3
Total	41	1	41

Se 100%

Sp 33%

VPP 95%

VPN 100%

Ø Lyse ossiculaire

	Lyse ossiculaire TDM	Absence de Lyse ossiculaire TDM	Total
Lyse ossiculaire per - op	27	7	34
Absence de Lyse ossiculaire per - op	2	5	7
Total	29	12	41

Se 80%

Sp 71%

VPP 93%

VPN 42%

Ø Lyse du mur de la logette

	Lyse du mur de la logette TDM	Absence de Lyse du mur de la logette TDM	Total
Lyse du mur de la logette per - op	24	3	27
Absence de Lyse du mur de la logette per - op	5	9	14
Total	29	12	41

Se 89%

Sp 64%

VPP 83%

VPN 75%

Ø Lyse du tegmen tympani

	Lyse du tegmen tympani TDM	Absence de Lyse du tegmen tympani TDM	Total	Se	78%
Lyse du tegmen tympani per-op	7	2	9	Sp	87%
Absence de Lyse du tegmen tympani per-op	4	28	32	VPP	64%
Total	11	30	41	VPN	93%

Ø Lyse du tegmen antri

	Lyse du tegmen antri TDM	Absence de Lyse du tegmen antri TDM	Total	Se	100%
Lyse du tegmen antri per-op	3	0	3	Sp	87%
Absence de Lyse du tegmen antri per-op	5	33	38	VPP	37%
Total	8	33	41	VPN	100%

Ø Lyse du CSC ext

	Lyse du CSC ext TDM	Absence de Lyse du CSC ext TDM	Total	Se	25%
Lyse du CSC ext per- op	1	3	4	Sp	92%
Absence de Lyse du CSC ext per-op	3	34	37	VPP	25%
Total	4	37	41	VPN	92%

Ø Lyse du canal du facial

	Lyse du Canal du facial TDM	Absence de Lyse du Canal du facial TDM	Total	Se	31%
Lyse du Canal du facial per-op	4	9	13	Sp	96%
Absence de Lyse du Canal du facial per-op	1	27	28	VPP	80%
Total	5	36	41	VPN	75%

DISCUSSION

APPORT DU SCANNER DANS L'OTOSPONGIOSE

L'otospongiose est une maladie génétique de transmission autosomique dominante qui entre dans le cadre des ostéodystrophies labyrinthiques. Elle survient chez 0,5 à 1 % de la population [52,53,54] et se traduit par une surdité de transmission ou mixte d'aggravation progressive.

L'ossification de la capsule otique se fait à partir de trois couches osseuses: de dedans en dehors on distingue l'endoste, la couche endochondrale et le périoste. A l'état normal, au niveau de la couche moyenne le processus d'ossification s'interrompt sans aboutir au stade d'ossification haversienne [55]. L'otospongiose est caractérisée par le remodelage de la couche moyenne dont le déroulement se fait en trois phases successives [53,55]

1. colonisation par des ilots de tissu ostéoïde des reliquats fibrocartilagineux embryonnaires;

2. vacuolisation par résorption ostéoclastique et envahissement

Vasculaire;

À reconstruction osseuse sur un mode haversien désorganisé conduisant à la formation d'un os lamellaire dense sans espace médullaire (otosclérose).

Au plan clinique, l'otospongiose associe surdité de transmission à tympan normal, abolition du réflexe stapédien et antécédents familiaux similaires [53,55,56].

Les aspects tomodensitométriques de l'otospongiose varient en fonction de la phase évolutive [52,54,55]. Le foyer otospongieux actif (vacuolisation par résorption osseuse et colonisation vasculaire de la couche moyenne) se caractérise par une hypodensité circonscrite limitée en un ou plusieurs points de la capsule otique. Le siège de prédilection est la fissula antefenestram [55,56], reliquat fibrocartilagineux embryonnaire le plus constant situé sur la berge antérieure de la fenêtre ovale. Les foyers pré-platinaires (70 à 90 % des cas) [57,58] atteignent ou respectent l'insertion de la branche antérieure de l'étrier sur la platine, se développent vers le promontoire, la fosse ovale ou l'endoste vestibulaire ou cochléaire. Les foyers complets de la platine (2 % des cas) [55,57,58] se développent sur les berges antérieure et postérieure de la fenêtre ovale, oblitèrent la fosse ovale

et se traduisent par un épaississement platinaire. Les foyers péricochléaires prolongent en avant les foyers pré-platinaires et circonscrivent en un cerne continu ou discontinu le labyrinthe antérieur. L'atteinte de la paroi antérieure, à proximité du fond du conduit auditif interne n'est en règle générale que l'extension ultime du front de déminéralisation péri-cochléaire ou plus rarement l'expression isolée d'un foyer otospongieux particulier [52,53,55].

En raison d'une reminéralisation incomplète, les foyers otoscléreux sont de visualisation plus difficile et leur détection est facilitée par les mesures de densité qui retrouvent constamment des valeurs diminuées par rapport à celles de la capsule otique normale prise pour référence [53,55,56]. L'otospongiose n'est pas hypodense et l'otosclérose hyperdense; le caractère hypodense de l'affection est global [55,57].

L'épaississement platinaire isolé en l'absence de foyer pré-platinaire est rare: de l'ordre de 10 % des cas et non spécifique [58]. Une tympanosclérose de chaîne ou une malformation mineure seront discutées. L'épaisseur de la platine normale est de 0,2 à 0,3 mm en coupe histologique et de 0,4 à 0,55 mm en tomодensitométrie [58].

Fiabilité du scanner dans le diagnostic positif de l'otospongiose

Dans notre étude le scanner des rochers est un examen de fiabilité moyenne pour le diagnostic d'otospongiose avec une sensibilité et une spécificité respectives de 73% et 100%, LAGLEYRE [59] Sur une série de 209 cas sélectionnés entre Septembre 2004 et Septembre 2006 rapporte une sensibilité du scanner dans l'otospongiose de 95,1%, D'autres auteurs rapportent des résultats similaires [60,61,62]. Ainsi, dans notre série la TDM est aussi spécifique mais moins sensible pour diagnostic d'otospongiose par rapport aux données de la littérature puisque la plupart des auteurs rapportent une sensibilité diagnostique proche de 90% et une spécificité d'environ 100%. Cela s'explique par le fait que 6 cas d'otospongiose confirmée lors de la chirurgie n'étaient pas dépistés au scanner, soit 35 % de la totalité des otospongioses. Ces faux négatifs du scanner constituent dans la littérature environ 10% des otospongioses chirurgicales [60,61]. Ils correspondent en partie aux formes infra radiologiques (type 0 de VEILLON). Ce sont des formes débutantes d'otospongiose, plus fréquemment unilatérales, pour lesquelles la technique chirurgicale doit être particulièrement minutieuse en raison d'une plus grande fragilité de la platine [62]. Dans notre étude les erreurs de lecture liés à l'expérience des

radiologiques ainsi que certaines contraintes techniques expliquent vraisemblablement pourquoi la prévalence de faux négatifs c-à-d d'otospongiose infra-radiologique est élevée par rapport aux données de la littérature.

Pour réduire la prévalence de faux négatifs et améliorer la sensibilité, Naumann et al. [63] suggèrent de faire la lecture des TDM directement sur les images informatiques. Sur une étude de 44 scanners haute résolution des rochers (coupes jointives de 0,5 mm) de patients suspects d'otospongiose, le taux de détection radiologique de foyers otospongieux a été amélioré de 11%, passant de 74% Lorsque la lecture se faisait sur la planche de scanner à 85% lorsqu'elle se faisait sur la console avec des reconstructions multiplanaires

Dans notre étude nous n'avons eu une spécificité et une VPP de 100%, ceci est en grande partie dû à l'absence de faux positif, cependant on sait maintenant que l'on peut mettre en évidence des hypodensités au sein de la capsule otique alors que l'audition est normale, et ce d'autant plus fréquemment que le patient est jeune. Ainsi une étude récente menée par DE BRITO au CHU de TOURS à partir de 328 scanners des rochers d'enfants âgés

de 0 à 16 ans retrouvait des hypodensités de la capsule dans près de 40% des cas, sans corrélation clinique avec une ostéodystrophie labyrinthique [64]. Ces faux-positifs du scanner correspondent vraisemblablement aux résidus cartilagineux de la couche enchondrale de la capsule otique à partir desquels peut se développer un foyer otospongieux ne fixant pas la partie antérieure de la platine, ou de façon non suffisante pour créer une surdité cliniquement détectable. Ainsi, la plupart des auteurs s'accordent actuellement pour dire que la spécificité du scanner de l'otospongiose n'est de 100% que s'il existe un foyer radiologique associé à une expression clinique de l'otospongiose [59,60].

L'analyse de l'épaisseur de la platine demeure un point délicat de l'interprétation des scanners des rochers. On sait par exemple qu'un épaississement localisé de la platine au point d'insertion de la branche antérieure de l'étrier peut être physiologique [59,65]. L'otospongiose radiologique se traduit dans près de 85% des cas par un foyer antérieur à la platine de l'étrier, il s'agit donc du signe radiologique le plus important à rechercher en cas de doute diagnostique. Les formes radiologiques caractérisées par un épaississement platinaire isolé (type IA de la classification tomодensitométrique de VEILLON) sont retrouvées dans 5% des

cas seulement [59,60,65]. Dans notre série l'épaisseur de la platine n'a été précisée que chez trois patients : elle était respectivement de 0,6 cm ; 1,1 cm ; 1,4 cm, cet épaississement était toujours associé à des foyers pré-platinaires.

Fiabilité du scanner dans le diagnostic topographique de l'otospongiose

Nous avons retrouvé une atteinte située en avant de la fenêtre ovale au niveau de la Fissula antefenestram chez 13 malades (73 %) ce qui est comparable aux données de la littérature: 85 % pour Guild [66], 81 % pour Hueb [67], 96 % pour Schuknecht [68]. Pour la plupart des auteurs, la persistance d'ilots de cartilage embryonnaire au sein de la fissula antefenestram serait à l'origine des foyers otospongieux [69]. Les autres localisations sont plus rares :

-L'atteinte cochléaire est rapporté dans la littérature : 19 % pour De Groot et coll. (sur 84 patients présentant une otospongiose confirmée chirurgicalement) [69], 32 % pour Veillon [70], 12 % pour la région du tour moyen et de l'apex pour Schuknecht [68], 22 % pour Hueb [67],

-L'atteinte des canaux semi-circulaires est diversement appréciée dans la littérature: 2,4 % pour Schuknecht [68], 10 % pour Hueb [67].

-Extension méat acoustique interne : 4,5 % pour Hueb [67], 5 % pour Schuknecht [68]. Pour Lindsay [69], la paroi antéro-inférieure du méat acoustique interne, à la jonction des couches enchondrale et périostée de la capsule, est la troisième localisation en fréquence après les fenêtres vestibulaire et cochléaire. Dans les cas comportant plus d'un foyer dans la région des fenêtres, un foyer bordant le méat acoustique interne est fréquemment présent [70].

Presque 60% des foyers antérieurs décrits par la tomodensitométrie ont été confirmés par la chirurgie, or, Si la présence d'un foyer antérieur, au niveau de la fissula antefenestram, peut être reconnue avec une certaine fiabilité, l'extension de ce foyer sur la platine, la fenêtre ronde ou le promontoire ne peuvent être confirmées dans notre étude de façon fiable. Werhja [72] dans une étude sur 35 patients pour lesquels le diagnostic d'otospongiose aura été porté sur la base de la clinique et de la radiologie et confirmé en per-opératoire, a fait une confrontation entre le stade radiologique en se basant sur la classification de Veillon (voir annexe 3) et

l'aspect per-opératoire en se référant à la classification de Portmann (voir annexe 2), il a conclu qu'il n'existe pas de relation entre le type radiologique et la classification opératoire pour l'échantillon étudié.

L'importance de l'hypodensité décelée en tomodensitométrie ne préjuge pas de l'importance relative des lésions observées en per-opératoire [71]. Des hypodensités majeures peuvent se traduire par une atteinte minime de la fosse ovale, inversement d'importants épaissements platinaires peuvent être l'unique lésion radiologique et opératoire visible.

On peut conclure que l'examen tomodensitométrique haute résolution du rocher confirme toujours l'existence d'une lésion mise en évidence lors de l'intervention par la découverte d'un foyer otospongieux ou une ankylose stapédienne mais qu'il n'existe aucune relation entre le type radiologique et le stade de la maladie. Ces deux classifications semblent se compléter, la première donnant une vision de l'ensemble du labyrinthe osseux, la seconde constatant l'atteinte de la fenêtre ovale. L'existence d'un épaissement plinaire constaté lors de l'exploration d'oreille peut généralement être visualisé sur les clichés préopératoires et représente le seul élément commun comparable par le radiologue et le chirurgien.

Fiabilité du scanner dans le dépistage des variantes anatomique et l'anticipation d'éventuelles difficultés per-opératoires

Les difficultés que peut rencontrer le chirurgien lors d'une opération d'otospongiose sont nombreuses. Dans notre série, malgré une chirurgie bien codifiée et un chirurgien expérimenté, des difficultés opératoires ont été retrouvées dans certains cas, en excluant les problèmes de voie d'abord et de traumatisme du lambeau tympano-méatal ou de la corde du tympan. Un certain nombre de ces difficultés peuvent théoriquement être recherchées sur le scanner pré-opératoire, notamment les variations anatomiques du nerf facial, l'oblitération de la platine, l'étroitesse de la fenêtre ovale et la persistance d'une artère stapédienne,

1. Variation anatomique du nerf facial

La présence d'une variation anatomique du nerf facial a été retrouvée dans 1 cas de notre série soit 5%. Dans la littérature l'incidence des anomalies du canal de Fallope pendant la chirurgie de l'otospongiose varie de 4% à 11,4% [72,73,74]. Sur une série clinique, Li et al. [65,72] rapportent ainsi une fréquence de 11,4% avec dans la majorité des cas une protrusion du nerf, ce que nous n'avons pas constaté dans notre série. Une procidence du nerf

facial peut être visualisée sur le scanner [56,65], mais la dénudation du nerf facial ne peut être constatée que lors de la chirurgie. La plupart des auteurs conseillent d'arrêter la chirurgie en cas de dénudation trop importante du nerf facial ou en cas de procidence dépassant la moitié de la surface de la fenêtré ovale [65]. Les deux conditions peuvent être retrouvées simultanément. Dans les autres cas, ils suggèrent d'utiliser le laser prudemment au risque de léser le nerf facial, de faire une platinotomie calibrée de 0,5mm de diamètre et de mettre un piston de 0,4mm de diamètre [65]. En cas de procidence avec un facial déhiscent, Roulleau et Martin [75] préconisent de refouler délicatement vers le haut le nerf à l'aide d'un crochet mousse, ce qui permet de réaliser une platinotomie de siège inférieur. En l'absence de déhiscence, les auteurs préfèrent renoncer que de procéder à des fraisages intempestifs du canal de Fallope. Nous n'avons pas observé de paralysie faciale post-opératoire immédiate ou retardée, que ce soit en cas d'anomalie du canal facial ou pour l'ensemble des oreilles opérées.

2. Platine épaisse et oblitération de la platine

Lippy et al. [76] rappellent les différents aspects de la platine chez les patients otospongieux. Une platine est dite «bleue» lorsqu'elle est

uniformément atteinte par le processus otospongieux et de couleur bleue. Les platines «mixtes» sont de couleurs bleues et blanches et plus épaisses dans certaines régions. Les platines solides ou «biscuits» sont blanches et plus épaisses, mais leur bord est visible. Enfin, les platines «oblitérées» sont complètement blanches, sans bords identifiables, et nécessitent un fraisage pour les ouvrir. A partir d'une analyse de 400 cas d'otospongiose, les auteurs rapportent une incidence de 6% pour l'ensemble des platines «biscuits et oblitérées». D'après eux, la probabilité de découverte d'une platine oblitérée est de plus en plus faible depuis 30 ans. Dans notre étude, nous avons constaté un cas d'oblitération platinare pendant la chirurgie. Shin [53] a retrouvé dans sa série 2 cas d'otospongiose oblitérante sur 437 cas étudiés, soit une incidence de 0,4%. Dans le cas d'une platine oblitérée, il existe un risque de léser le vestibule, de provoquer une labyrinthisation par fraisage prolongé de la platine [77] et de mobiliser la platine. Bien que des résultats intéressants aient été rapportés par Gherini et al. [78], l'intérêt du laser ne semble pas majeur en cas d'otospongiose oblitérante, puisqu'il ne semble pas permettre d'éviter le recours au fraisage des foyers otospongieux comblant la fenêtre ovale [79,80]. Le diagnostic radiologique d'épaississement de la platine est facile lorsqu'il existe un foyer antérieur

associé ou une oblitération exubérante de la platine. Par contre, l'aspect radiologique d'un épaissement isolé de la platine est débattu [3,34]. Le seul cas d'oblitération chirurgicale de la platine de notre série présentait un foyer antérieur radiologique important sans épaissement platinaire associé.

3. Étroitesse de la fenêtre ovale

Son incidence varie selon les auteurs de 2,6 à 12,3% [73,74]. Selon Mafee et al. [40], le scanner haute résolution avec reconstruction multiplanaires permet de voir avec précision la fenêtre ovale et surtout d'apprécier son étroitesse lors des reconstructions en coupes coronales. La fenêtre ovale peut être rétrécie à cause d'un volumineux foyer pré-stapédien, d'une procidence du nerf facial, d'une procidence de la berge promontorielle ou en raison d'une variation anatomique. Ayache et al. [65] retrouvaient une procidence du nerf facial dans 63,6% des fenêtres ovales rétrécies sur une étude de 293 cas, ils préconisaient dans le cas d'une fenêtre ovale rétrécie, de faire une platinotomie calibrée de 0,5mm de diamètre et de mettre un piston de 0,4mm de diamètre. Les mêmes auteurs ont établie que la

survenue d'une platine flottante était observée de façon significativement plus fréquente en cas de fenêtré ovale étroite ($p=0,001$).

4. Persistance d'une artère stapédienne

L'artère stapédienne est une structure vasculaire primitive qui normalement s'atrophie durant le troisième mois de la vie fœtale. L'incidence de la découverte chirurgicale d'une persistance de l'artère stapédienne est faible, variant de 0,02% à 0,05% [82,83]. Moreano et al. [84] ont rapporté 5 cas sur 1025 rochers étudiés. Théoriquement, la persistance d'une artère stapédienne peut provoquer un acouphène pulsatile. Elle peut aussi causer une surdité de transmission en limitant la mobilité de l'étrier et une surdité neurosensorielle par érosion de la capsule otique [85]. Cette persistance peut être associée à des anomalies de la carotide interne ou de l'oreille moyenne, principalement des anomalies de l'étrier et du nerf facial [86]. Enfin, elle peut être associée occasionnellement à une autre pathologie: trisomie 13, anomalie du second arc branchial, maladie de Paget, otospongiose [87]. Selon Veillon et al. [34], le passage d'une artère stapédienne sur la platine doit être précisé au scanner pré-opératoire car elle peut être associée à des anomalies malformatives stapédiennes qui simulent un blocage otospongieux

et elle est souvent source de réelles difficultés chirurgicales dans l'abord de la platine. La conduite à tenir chirurgicale dépend de l'emplacement de l'artère et de son diamètre. Roulleau et Martin [75] considèrent que si elle n'est pas trop volumineuse, le mieux est de la respecter, lorsque cela est possible, car il a pu être noté après section une labyrinthisation ou une paralysie faciale transitoire. Si l'artère doit être sectionnée, les auteurs préconisent le laser car il permet de vaporiser l'artère en diminuant le risque de saignement secondaire dans le vestibule. Si l'artère est très volumineuse, ils conseillent de ne pas la sectionner et de faire la platinotomie, le plus souvent possible en arrière. Horn et Visvanathan [88] ont noté sur une étude de 12 persistances d'artère stapédienne associées à une ankylose de la platine, que l'artère se présentait dans la majorité des cas au niveau de la partie antérieure de la platine. Les auteurs recommandent de positionner une prothèse en Téflon de Causse de préférence en arrière de l'artère, car cette prothèse paraît être la moins traumatisante.

Surdité de transmission et otite chronique cholestéatomateuse

L'otite moyenne chronique cholestéatomateuse demeure toujours un sujet d'actualité en otologie. Sa pathogénie est dominée par la théorie de migration épidermique à travers les berges d'une perforation marginale ou à partir d'une poche de rétraction rompue définissant ainsi le cholestéatome acquis [1290]. Sur le plan fonctionnel, l'otorrhée fétide et récidivante plus ou moins associée à l'hypoacousie constitue la circonstance de découverte qui révèle le plus souvent la maladie [91]. Le diagnostic positif de l'otite moyenne chronique cholestéatomateuse est clinique fondé sur l'examen otoscopique, en effet, la présence d'une perforation tympanique marginale, d'une poche de rétraction rompue ou d'une atticite sont évocateurs de l'otite cholestéatomateuse. L'examen clinique doit rechercher des signes en faveur d'une complication neuro vestibulaire à type de paralysie faciale ou de fistule labyrinthique. Au terme du bilan clinique et audiométrique, la TDM des rochers est l'examen radiologique de choix pour préciser le bilan lésionnel et pour orienter vers la stratégie thérapeutique [9091]. En effet, la TDM fait désormais l'unanimité des auteurs quant à son indication dans le bilan pré-

opératoire de l'otite moyenne chronique cholestéatomateuse [1292]. La société française d'orl « SFORL » [9394] a d'ailleurs publié en 2010 une Recommandation concernant l'imagerie préopératoire de l'otite chronique cholestéatomateuse, Cette recommandation pour la pratique clinique résultait d'un accord professionnel fort, il conclut que tout cholestéatome de l'oreille moyenne, diagnostiqué ou suspecté à l'examen clinique, impose la réalisation d'un bilan d'imagerie et que l'examen de première intention est le scanner sans injection.

Notre étude ne discute pas de l'intérêt du scanner, mais tente, moyennant des données chiffrées, d'évaluer le degré de fiabilité réel des résultats tomодensitométriques quant aux différents éléments anatomiques étudiés dans le but d'évaluer le degré de précision prodigué au chirurgien lors du bilan radiologique préopératoire.

Les principaux signes tomодensitométriques sont le comblement tissulaire des cavités de l'oreille moyenne et les zones d'ostéolyse et ces deux signes sont dans la majorité des cas associés. Le scanner est utile aussi pour préciser l'anatomie des cavités tympano-mastoïdiennes et détecter d'éventuelles variantes anatomiques.

COMBLEMENT TISSULAIRE

Le comblement des cavités tympano-mastoïdiennes est de densité tissulaire, homogène et non calcifiée. Il est habituellement de forme nodulaire, à contours arrondis convexes, polycycliques ou festonnés et qui ne sont visibles que s'il persiste une aération péri-lésionnelle [2,4], l'analyse des contours de la masse n'est donc pas possible en cas de comblement total de la cavité tympano-mastoïdienne. La lésion, en particulier lorsqu'elle atteint l'attique externe, peut exercer un effet de masse sur la chaîne ossiculaire et notamment sur le bloc incudo-malléaire qui apparaît refoulé en dedans [4,89]. Dans notre série l'étude des comblements tissulaires des cavités postérieures et de l'oreille moyenne a montré que la tomodensitométrie est très sensible mais peu spécifique avec une sensibilité et une spécificité respectives de 100% et 33%. Dans une analyse rétrospective de 85malades, Rocher et al. [94] trouvent une sensibilité de 100% et une spécificité 60%. Sethom et al. [91] Dans une récente étude rétrospective publiée en 2011et portant sur 60 patients suivis et traités pour une otite moyenne chronique (OMC) cholestéatomateuse sur une période de 5 ans, a trouvé des conclusions similaires, à savoir que la tomodensitométrie paraît peu spécifique dans le diagnostic positif de la masse cholestéatomateuse.

Celle-ci est typiquement évoquée à l'imagerie devant une opacité tissulaire ovoïde aux bords convexes ne prenant pas le produit de contraste.

LES COMPLICATIONS OSTEITIKES

L'ostéolyse traduit le caractère agressif du cholestéatome secondaire. Elle intéresse préférentiellement les fines structures osseuses de l'attique au contact de la lésion : parois de la caisse du tympan et chaîne ossiculaire.

Ø L'ostéolyse du mur de la logette (paroi externe de l'attique) est très évocatrice du cholestéatome, mais peut se limiter à un simple émoussement de son bord inférieur, d'où la nécessité de comparer cette structure avec le côté opposé (supposé sain) [2]. Le scanner permet de mieux visualiser cette lyse en coupe frontale, dans notre étude la sensibilité du scanner pour la mise en évidence de cette lyse avoisinait les 90%, et la spécificité était de 64%. Sethom [91] dans sa série a trouvé des résultats globalement similaires (Se=100% ; Sp=51%).

Ø L'ostéolyse de la chaîne ossiculaire est fréquente mais non spécifique du cholestéatome. En effet, du fait de sa fragilité, la longue apophyse (ou branche descendante) de l'enclume peut être lysée dans toutes les formes d'otite chronique. En revanche, une destruction du corps de l'enclume, de la tête du marteau ou de la superstructure de l'étrier sont

moins souvent observées, mais beaucoup plus suspectes, surtout si cette destruction s'associe à d'autres signes évocateurs de cholestéatome [91,95].

On observe fréquemment une déminéralisation de la partie supérieure du marteau et de l'enclume ; cet aspect a la même valeur sémiologique que l'ostéolyse franche d'un osselet. [16,96]. Cette lyse a été mise en évidence à la TDM préopératoire chez 34 sur 41 de nos patients avec une sensibilité de 80% et une spécificité de 71%. Ces chiffres sont similaires à ceux de Sethom [91] qui retrouve une sensibilité de 90% et une spécificité de 66%, Chee [22] dans sa série a procédé à une analyse plus précise en faisant la confrontation scanno-chirurgicale pour chaque osselet, il a trouvé une sensibilité de la TDM pour la lyse du marteau de 93%, 96% pour celle de l'enclume et de 100% pour l'étrier, Jeng [97] a montré que l'extension du cholestéatome dans le sinus tympani et la persistance d'une otorrhée étaient des facteurs prédictifs de la discontinuité ossiculaire. La TDM multibarette offre, sans doute, par les possibilités des images de reconstruction, une étude plus performante de la continuité de la chaîne ossiculaire, Les machines multibarettes de nouvelle génération permettent, en effet, l'obtention d'images reconstruites d'excellente qualité et évitent ainsi la multiplication des acquisitions.

Ø L'ostéolyse des tegmens tympani et antri en regard d'une masse tissulaire atticale est également suspecte, toutefois, ces tegmens sont parfois constitutionnellement très mince, d'où la nécessité de comparer avec le côté sain. Leur étude radiologique montre des difficultés variables, en effet, la lyse de l'un ou de l'autre est souvent prédictive de brèche ostéoméningée (BOM) et donc de l'éventualité de fuite de LCR [98]. Les conséquences de cette BOM imposeraient une prudence peropératoire et impliqueraient une réparation chirurgicale d'où l'importance d'un diagnostic préopératoire précis. Dans ce sens. Les résultats du scanner demeurent assez précis avec une spécificité de 87% dans notre série. Sethom [91] trouve une spécificité de 80% et Chee [22] de 96%.

Ø L'ostéolyse de la coque osseuse de la deuxième portion du nerf facial peut également être visualisée en TDM, dans notre série cette lyse a été objectivée par la TDM avec une faible sensibilité $Se = 31\%$, d'autres auteurs ont conclu à une sensibilité sensiblement similaire, ainsi pour Sethom [91] cette sensibilité était de 42% et pour Chee [22] 33%. cette faible sensibilité peut être expliqué par le fait qu'à l'état normal, la coque osseuse de la deuxième portion du nerf facial apparaît très fine, voire souvent même déhiscente : il est donc souvent difficile d'affirmer ou, au contraire,

d'éliminer formellement une ostéolyse localisée de cette structure. Une autre raison est que l'étude tomодensitométrique du nerf facial (VII) se heurte à des difficultés liées à ses particularités anatomiques, en effet, la 2ème portion suit un trajet horizontal et émerge de dedans en dehors sur la face interne de la caisse jusqu'à réaliser le linteau de la fenêtre ovale. Elle, est repérée en coupes coronales passant au niveau de la région stapédo-vestibulaire. Les parois du canal de Fallope sont fines à ce niveau imposant une exploration tomодensitométrique millimétrique. De plus, les déhiscences de la deuxième portion sont fréquentes, ce qui explique le faible taux de spécificité obtenu. A noter également, que l'exploration tomодensitométrique en coupes coronales ne permet pas toujours de réaliser des coupes jointives et que l'absence d'immobilisation absolue du malade au cours de l'examen entraîne souvent une discontinuité de l'étude. A partir de la région stapédo-vestibulaire, le facial initie déjà sa courbure décrivant un angle obtus autour de 120° par rapport à l'horizontale et de 10° avec le CSCL. C'est justement à ce niveau du coude que le cholestéatome dénude le plus souvent la gaine nerveuse. Puis, le nerf se noie dans le massif de Gellé décrivant sa troisième portion, Cette architecture tridimensionnelle du nerf facial est difficilement explorable par la TDM conventionnelle. En dépit de ses possibilités de

reconstructions tridimensionnelles, la TDM offre, en effet, une meilleure exploration topographique bidimensionnelle, car elle est techniquée essentiellement dans deux plans de coupes : axial et coronal. Pour toutes ces raisons, L'appréciation tomodensitométrique du facial est peu concluante et faiblement contributive.

Ø Une ostéolyse de la coque osseuse du canal semi-circulaire latéral est un signe souvent tardif mais hautement spécifique du cholestéatome. Son étude demeure l'une des impératives majeures dans le bilan lésionnel préopératoire, car les fistules labyrinthiques compliquent 5 à 18% des otites cholestéatomateuses [99,100]. L'érosion de la corticale se traduit par un amincissement, voire une disparition totale de celle-ci. Son diagnostic nécessite impérativement l'association de coupes axiales couplées à des coupes coronales, car une lyse peut être méconnue sur une coupe axiale et n'être visualisée que sur les coupes coronales. de plus, l'interprétation des clichés doit être faite de façon comparative afin d'éviter les faux positifs par effet de volume partiel [1,3]. Dans notre série, la lyse du CSCL a été reconnue à l'examen TDM chez un patient sur 4, soit avec une faible sensibilité de 25%. Dans la littérature cette sensibilité varie entre 45% pour Sethom [91] et 83% pour Chee [22]. Dans notre étude les erreurs de

lectures liées à l'expérience des radiologues ainsi que certaines contraintes techniques expliquent vraisemblablement pourquoi la prévalence de faux négatifs est un peu élevée par rapport aux données de la littérature.

ANATOMIE DES CAVITES TYMPANO-MASTOÏDIENNES ET VARIANTES A RISQUE CHIRURGICAL

Ø Pneumatisation des cavités tympano-mastoïdiennes

Le scanner est fort utile pour préciser l'anatomie des cavités tympano-mastoïdiennes. Il existe différents types de pneumatisation, L'os temporal est pneumatique quand la pneumatisation est complète, diploïque quand elle est partielle et sclérotique ou compacte quand elle est absente [100,101]. L'absence de cellules aériennes tegmentales sus-méatiques et rétro-méatiques entraîne un risque d'atteinte chirurgicale d'une fosse crânienne moyenne bas située lors de la voie d'abord endaurale élargie ou postérieure rétro-auriculaire [100,102]. Ainsi, Le degré de pneumatisation de la mastoïde doit être indiqué : une mastoïde « éburnée », ivoire, gêne l'abord de l'antre et peuvent intervenir directement sur le choix de la technique opératoire. Schématiquement, le recours à une tympanoplastie en technique ouverte sera plus facilement décidé en cas de mastoïde de petite taille et faiblement pneumatisée, alors que l'on optera habituellement pour une tympanoplastie

en technique fermée devant une mastoïde de grande taille et fortement pneumatisée. Ainsi, Pour Portmann [103], la cavité d'évidement sera pratiquée de préférence en cas de mastoïde éburnée, Pour Ayache D. [20] une mastoïde condensée de petit volume surtout en cas de procidences associées du sinus sigmoïde et/ou du tegmen justifie le recours à la tympanoplastie en technique ouverte avec ou sans comblement mastoïdien. L'étude comparative permet de différencier une condensation acquise d'une mastoïde faiblement pneumatisée [100,102].

Ø Variantes anatomiques

[104,105,106,107,108,109,110,111,112,123,114,115,116]

Certaines variantes anatomiques sont à rechercher et à dépister systématiquement sur le bilan d'imagerie préopératoire car elles peuvent exposer à des risques opératoires supplémentaires :

1. Déhiscence du golfe de la jugulaire

Le bulbe est dit déhiscent quand le septum osseux séparant le golfe jugulaire de l'hypotympan est absent partiellement ou complètement. Il peut alors occuper l'hypotympan et le mésotympan. Parmi nos 41 malades un seul avait une déhiscence du golf de la jugulaire soit 2,43%. Dans la littérature,

cette variante se voit dans 2.4% des cas. L'otoscopie objective une masse vasculaire derrière le quadrant postéro-inférieur de la membrane tympanique. L'analyse osseuse scannographique redresse facilement le diagnostic en montrant cette déhiscence et la continuité de la pseudo-masse avec le bulbe jugulaire

2. Sinus latéral antérieurement situé

Le sinus sigmoïde peut être très antérieurement situé, arrivant jusqu'à l'antre mastoïdien compliquant ainsi la chirurgie notamment dans les approches rétro-auriculaires dans l'abord de l'antre. Cette variante se voit dans 1.6% des cas.

3. Diverticule du golfe jugulaire

L'extrémité supérieure du golfe jugulaire peut se développer en prenant un aspect digitiforme appelé « diverticule » du bulbe jugulaire. Il peut être identifié comme une projection céphalique en doigt de gant, souvent associée à un bulbe haut situé

4. Procidence du canal du nerf facial

Un abaissement du canal facial notamment tympanique est possible, passant dans la fenêtre ovale ou en dessous d'elle, relevant ou non de trajets malformatifs [123]. Les coupes coronales aident à chercher une procidence du nerf facial qui a l'aspect d'une masse tissulaire émanant au dessous du canal semi-circulaire latéral [124].

5. Procidence et/ou déhiscence de la coque osseuse du de la carotide intrapétreuse

Sa reconnaissance est une nécessité absolue pour l'oto-rhino-laryngologiste afin de prévenir tout geste tympanique aux conséquences désastreuses. [125]

Il s'agit d'une disposition rare dont le diagnostic est parfaitement établi en scanner, L'IRM et plus particulièrement l'angioMR en séquence 3DFT apparaissent également contributifs dans le bilan vasculaire ou l'angiographie conventionnelle n'est plus indispensable [126].

6. Sinus tympani profond

La taille du sinus tympani est variable selon les individus. Il peut être parfois très volumineux ou au contraire être de petite taille [3,14]. Un sinus tympani profond est retrouvé dans 5.9% des cas. La bilatéralité est fréquente. Cette variante doit être signalée dans un compte rendu TDM pré-opératoire d'un cholestéatome car elle constitue une zone aveugle pour le chirurgien ORL, source de récurrence

7. Septum de Korner épais

La présence d'un septum de Korner épais peut scinder l'antre en deux et conduire à une exploration per-opératoire incomplète de l'antre

8. Lamelle osseuse pré-malléaire

Souvent il existe une membrane ou une lamelle osseuse séparant le récessus épitympanique antérieur du reste de l'épitympan. Cette lamelle osseuse tombant du tegmen tympani, est située en avant de la tête du malleus. La connaissance de ces variantes à un intérêt chirurgical primordial, en effet, une excision complète de la lamelle osseuse pré-malléaire est indispensable pour une mise à plat complète des cholestéatomes. Cependant, ce geste chirurgical doit être extrêmement prudent car juste sous le rebord inférieur

de cette crête osseuse (en position chirurgicale) se situe la deuxième portion du canal du nerf facial

9. Recessus épitympanique antérieur

Le recessus épitympanique antérieur est une cellule pneumatique de taille variable siégeant antéro-médialement à la tête malléaire. La portion proximale du segment tympanique du nerf facial siège immédiatement en dedans de ce recessus. À ce niveau, les masses cholestéatomateuses ont un accès direct au nerf facial. L'éperon osseux, délimitant latéralement cet espace, correspond à l'extrémité proximale de la suture pétrosquameuse appelé Cog

CONCLUSION

Nos résultats concernant la confrontation radio-chirurgicale et la revue de la littérature permis de conclure que:

Dans le cas de l'otospongiose : Le scanner permet de confirmer le diagnostic clinique par la mise en évidence du ou des foyers otospongieux. Il apprécie la topographie et l'extension des foyers d'une part à l'endoste Cochléaire, d'autre part à la fenêtre ronde. Il précise les conditions anatomiques de la chirurgie de l'oreille moyenne, anticipant les éventuelles difficultés opératoires. Il permet de reconnaître une éventuelle pathologie ou anomalie associée pouvant contre-indiquer le geste opératoire, De ce fait, le scanner est recommandé avant toute chirurgie d'otospongiose.

Dans le cas du cholestéatome : la tomodensitométrie offre une excellente approche topographique du cadre osseux de l'oreille moyenne et en particulier de l'anatomie des cavités postérieures, Elle visualise surtout les variantes anatomiques et avertit donc le chirurgien sur les difficultés morphologiques à rencontrer. Quant à l'étude du contenu, la valeur prédictive de la tomodensitométrie varie en fonction de la structure anatomique analysée. De ce fait, l'apport de la tomodensitométrie est, sans aucun doute, indispensable en préopératoire. Ses intérêts sont multiples à

cette étape convergeant dans la majorité vers une seule optique, celle de procurer le maximum de confort au chirurgien.

A partir du bilan de cette étude et des erreurs radiologiques les plus fréquemment rencontrées, nous proposons deux grilles de lectures afin d'optimiser l'interprétation des scanners des rochers réalisés en cas de suspicion clinique d'otospongiose ou d'otite moyenne chronique cholestéatomateuse (OMCC).

Compte rendu radiologique d'un scanner d'une OMCC

I. Oreille externe

II. Tympan

III. Oreille moyenne

A. Opacité

1. Localisation :

- a) *Épitympan*
- b) *Mésotympan*
- c) *Hypotympan*
- d) *Rétrotympanum*
- e) *Protympanum*
- f) *Atteinte des fenêtres*

2. Forme de l'opacité :

- a) *Nodulaire*
- b) *Non nodulaire*
- c) *Toute la caisse*
- d) *Suspecte mais atypique*

B. Lyses osseuses

1. Parois de la caisse ;

- a) *Mur de l'attique*
- b) *Tegmen tympani*
- c) *Coque du canal semi-circulaire latéral*
- d) *Coque de la deuxième portion du facial*
- e) *Paroi inférieure de la caisse eu regard du dôme de la jugulaire*
- f) *pro- et rétrotympa-num*

2. Lyse ossiculaire

IV. Mastoïde : coque du sinus sigmoïde

V. Labyrinthe : recherche de labyrinthite ossifiante

VI. Méat acoustique interne

VII. Facial

VIII. Eléments vasculaires

IX. Apex pétreux

Compte rendu radiologique d'un scanner d'une otospongiose

1) Diagnostic positif de l'atteinte platinaires

- i) Foyer hypodense
 - 1. pré-platinaires
 - 2. rétro-platinaires
- ii) Epaissement platinaires
- iii) Régularité
- iv) Couleur

2) Bilan d'extension des lésions

- i) Labyrinthe antérieur
- ii) Labyrinthe postérieur
- iii) Méat acoustique interne
- iv) Endoste cochléaire
- v) Fenêtre ronde

3) Classification radiologique de l'otospongiose selon Veillon

4) Analyse des conditions anatomiques de la chirurgie

- i) L'énormité de la fosse ovale
- ii) La présence d'une platine oblitérative
- iii) La persistance d'une artère stapédienne

5) Diagnostic différentiel « doit être envisagé avant de retenir le diagnostic d'otospongiose infra-radiologique »

- i) Oreille geyser
- ii) Déhiscence du canal semi—circulaire supérieur
- iii) Agénésie de la fenêtre ronde
- iv) Anomalies de la chaîne ossiculaire
- v) Lésion traumatique de la chaîne ossiculaire
- vi) Persistance d'une artère stapédienne

RESUME

La surdité de transmission est une entité clinique couramment rencontrée en pratique otologique. L'orientation diagnostique première repose sur l'examen clinique spécialisé et les explorations audiométriques subjectives, complétées au besoin par des explorations objectives. La place de l'exploration radiologique dans la prise en charge des surdités de transmission est déterminante depuis l'avènement de la tomodensitométrie spiralée en coupes fines et de ses perfectionnements.

Les objectifs de notre travail ont été de :

- Ø évaluer l'apport diagnostique du scanner dans les surdités de transmission en comparant ses résultats aux données de l'exploration chirurgicale.

- Ø mettre en évidence les points faibles de cette exploration dans certaines étiologies.

- Ø aboutir à une nouvelle grille de lecture générée par les attentes des chirurgiens ORL et s'appuyant sur les erreurs les plus fréquentes de l'interprétation radiologique.

Matériel et méthodes

Il s'agit d'une étude rétrospective dont l'échantillon est constitué de patients ayant été opérés dans le service d'ORL et de chirurgie cervico-faciale du CHU HASSAN II de FES, entre janvier 2009 et décembre 2011 pour pathologie otologique occasionnant une surdité de transmission et pour laquelle ils ont bénéficié d'un examen tomodensitométrique préalable et opérés de première main. Nous avons réalisé une corrélation entre les différents résultats tomodensitométriques et les constatations chirurgicales, en se basant sur le calcul de la sensibilité (Se), de la spécificité (Sp), de la valeur prédictive positive (VPP) et de la valeur prédictive négative (VPN) pour chaque item analysé.

Résultats

Au total notre étude regroupait 58 malades, l'âge moyen était de 31 ans avec des extrêmes allant de 5 ans à 70 ans, 35 patients sont de sexe féminin contre 24, soit un sex-ratio de 3 Femmes / 2 Hommes. L'otite moyenne chronique cholestéatomateuse et l'otospongiose étaient les deux principales étiologies. Concernant l'otite cholestéatomateuse, la confrontation scanno-chirurgicale a confirmé la fiabilité du scanner aussi bien pour le diagnostic du comblement tissulaire (Se= 100%) que celui de la lyse ossiculaire (Se= 80%), du mur de la logette (Se= 89%) et des tegmens tympani (Se= 78%) et antri (Se= 100%). La sensibilité du scanner diminue significativement quand il s'agit de l'analyse d'une dénudation du facial (Se= 31%) ou d'une lyse du CSC ext (Se= 25%). Pour ce qui est de l'otospongiose la confrontation scanno-chirurgicale a montré une bonne spécificité mais une moins bonne sensibilité de la TDM pour le diagnostic positif des foyers d'otospongiose (Sp=100% ; Se=73%) ainsi qu'une absence de relation entre le type radiologique et la classification opératoire.

Conclusion

La mise en œuvre de la TDM en matière de surdité de transmission se fonde sur les résultats de l'examen clinique et des tests audiométriques, Elle permet le diagnostic étiologique ainsi que bilan anatomique pré-chirurgical. La sensibilité, la spécificité, les valeurs prédictives positive et négative de la TDM diffèrent selon l'étiologie et la structure anatomique étudiée, ainsi que l'expérience du radiologue dans la réalisation et la lecture des examens réalisés sur le rocher.

ANNEXES

ANNEXE 1

IDENTITE

Nom : prénom : lp :
Age : Sexe : Profession :

ANTECEDENTS

- Personnels

Otitiques : Chirurgie otologique : Traumatisme crânien : Autres :

- Antécédents familiaux de surdité :

HISTOIRE CLINIQUE

- Mode de début

Brutal : ☐ Progressif : ☐

- Age de début

Congénital : ☐ Enfance : ☐ Adulte : ☐ Inconnu : ☐

- Signes fonctionnels

Hypoacousie : ☐ Acouphènes : ☐ Vertiges : ☐
Otalgies : ☐ Otorrhées : ☐ Autres :

- Evolution

Stable : ☐ Amélioration : ☐ Aggravation : ☐

EXAMEN CLINIQUE

Otoscopie

Ø OD

ü CAE

Normal : ☐ Sténose : ☐ malformation : ☐

ü Tympan

Normal : ☐ tympanosclérose : ☐ OSM : ☐ poche de rétraction : ☐
 perforation : ☐ atticite : ☐ cholestéatome mesotympanique : ☐

Ø OG

ü CAE

Normal : ☐ Sténose : ☐ malformation : ☐

ü Tympan

Normal : ☐ tympanosclérose : ☐ OSM : ☐ poche de rétraction : ☐
 perforation : ☐ atticite : ☐ cholestéatome mesotympanique : ☐

- Acoumétrie

Ø Rinne :

OD : OG :

Ø Weber :

AUDIOMETRIE / IMPEDENCEMETRIE

AUDIOMETRIE TONALE

	PM	RM
OD		
OG		

AUDIOMETRIE VOCALE

	10%	30%	50%	80%	100%
OD (en dB)					
OG (en dB)					

IMPEDENCEMETRIE

- Tympanométrie

	Normale	Décalée	Diminuée	Plate
OD				
OG				

- Reflexe stapédien

	Présent	absent	On-off
OD			
OG			

TDM

- OTOSPONGIOSE

Ø Présence d'un foyer d'otospongiose

	présent	absent
OD		
OG		

Ø Diagnostic topographique (selon Veillon)

	OD	OG
Type I		
Type II		
Type III		
Type IV		
Type V		

Ø Epaisseur de la platine :

- OTITE MOYENNE CHRONIQUE

Ø Comblement tissulaire

	Caisse du tympan	mastoïde
OD		
OG		

Ø Signes d'ostéolyse

	Mur de la logette	Chaine ossiculaire	Tegmen tympani	Tegmen antri	Mastoïde	CSC ext.	Canal du facial
OD							
OG							

- Malformations ossiculaires :
- Anomalies du CAE :

TRAITEMENT CHIRURGICAL

- Anesthésie : Locale : Generale :
- Cote opéré :
- Voie d'abord : Endaurale : Shambaugh : retro-auriculaire :
- Découvertes per-opératoires
- Ø OTOSPONGIOSE
 - ü Foyer visible :
 - ü Accessibilité à la platine : Facile : difficile :
 - ü Siege du foyer

Platine antérieure	Platine postérieure	Platine oblitérée	Promontoire	Fenêtre ronde

ü Mobilité de l'étrier

Normale	Fixation incomplète	Fixation complète

Ø OTITE MOYENNE CHRONIQUE

Comblement épidermique

-caisse du tympan ☐ mastoïde ☐

Ostéolyse

-Lyse de la chaîne ossiculaire

Partielle ☐ totale ☐

-Lyse du mur de la logette ☐

-Lyse du tegmen tympani ☐

-Erosion du mur facial ☐

-Erosion du canal semi-circulaire externe ☐

Ø AUTRES ANOMALIES :

- Suites opératoires favorables oui ☐ non ☐
- Complications post-opératoires

Vertiges invalidants ☐ oui ☐ non

Dysgueusie ☐ oui ☐ non

Cophose ☐ oui ☐ non

Acouphènes ☐ oui ☐ non

Paralysie faciale ☐ oui ☐ non

Autres :

Suivi audiométrique (Audiométrie tonale)

	PM	RM
OD		
OG		

ANNEXE 2

Classification opératoire de l'otospongiose selon Portmann

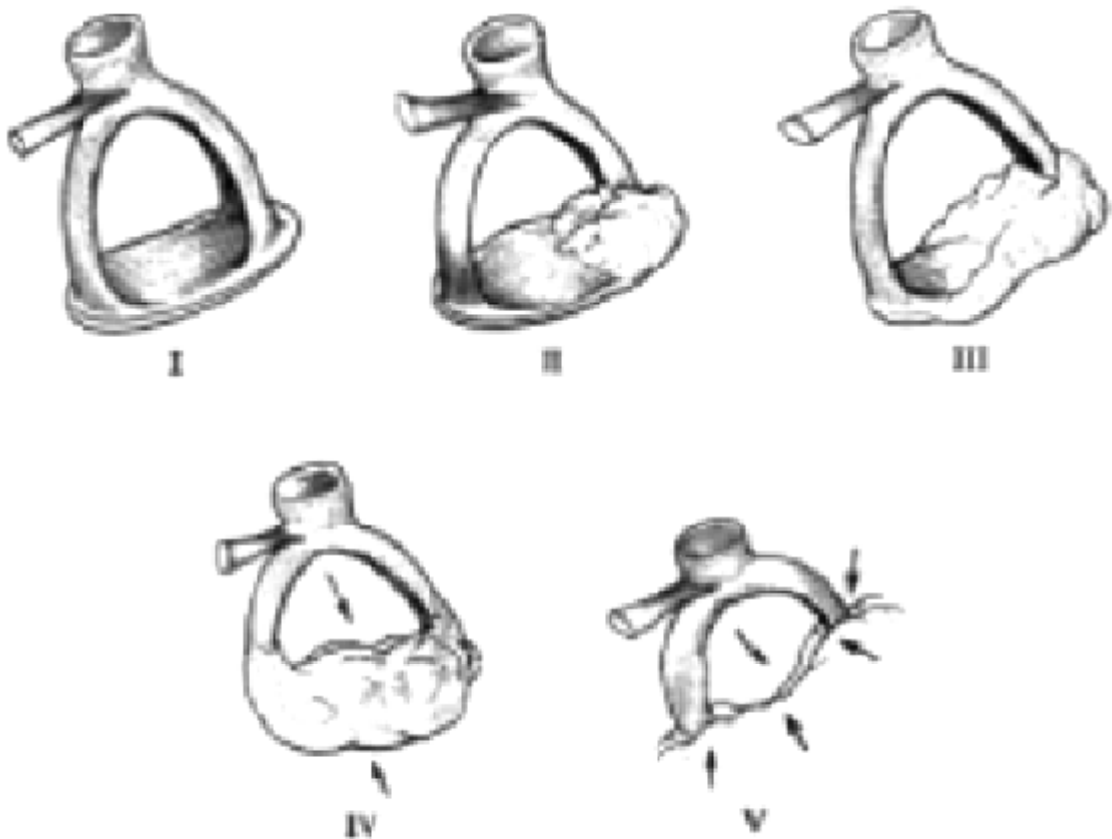
Stade I : Platine bloquée d'apparence normale.

Stade II : Envahissement d'un seul pôle le plus souvent antérieur.

Stade III : Envahissement subtotal de la platine.

Stade IV : Platine totalement envahie à bords visibles.

Stade V : Obstruction de la fosse ovale par un bloc otospongieux.



ANNEXE 3

Classification radiologique de l'otospongiose selon Veillon

Le type I :

la : atteinte isolée de la platine épaisse (supérieure à 0,6 mm) et hypodense.

Ib : hypodensité préstapédienne inférieure ou égale à 1 mm, sans extension à la couche labyrinthique moyenne antérieure.

Le type II : hypodensité préstapédienne de diamètre supérieur au millimètre, sans contact avec la lumière cochléaire.

Le type III : hypodensité préstapédienne supramillimétrique en contact avec la lumière cochléaire.

Le type IV

IVa : hypodensités situées en avant, en dedans ou en dessous de la cochlée, dans la couche moyenne de la capsule labyrinthique.

IVb : hypodensités labyrinthiques, postérieures autour de la lumière des canaux semi-circulaires ou du vestibule.

RÉFÉRENCES

Iconographie

[A] : <http://www.imaios.com/fr/e-Anatomy/Tete-et-cou>

[B] : Pr ALAMI. MN service ORL et CCF, CHU Hassan II

[C] : F. HERAN, M. WILLIAMS; IRM DE L'OREILLE; J. Neuroradiol., 2003, 30, 131-145; Masson, Paris, 2003

[D] : IMAGERIE DE L'OREILLE ET DU ROCHER ; Rapport de la Société Française d'oto-rhino-laryngologie et de Chirurgie de la Face et du Cou 2010

[E] : Les paragangliomes jugulaires et tympaniques ; Nils Guinand, Izabel Kos, Jean-Philippe Guyot; Rev Med Suisse 2008;4:2094-2097

BIBLIOGRAPHIE

1. IMAGERIE DE L'OREILLE ET DU ROCHER ; Rapport de la Société Française d'oto-rhino-laryngologie et de Chirurgie de la Face et du Cou 2010
2. F. Cyna-Gorse, M. Rodallec, D. Bouccara; Imagerie de l'oreille moyenne normale et pathologique ; EMC Otorhinolaryngologie 20-048-A-10; Elsevier Masson 2009
3. INDICATIONS ET TECHNIQUES DE L'IMAGERIE DE L'OREILLE ET DU ROCHER RECOMMANDATION POUR LA PRATIQUE CLINIQUE , Association Française d'otologie et D'otoneurologie (AFON), Société Française de Radiologie, représentée par la Société Francophone d'Imagerie Tête et Cou (CIREOL), 2009
4. Samsel M, Didier S, Wagner A. Qualité image et dosimétrie en scanographie : application aux examens à haut contraste objet. ITBM RBM news. 2000; 21:13-5
5. Hernot R Iochum S, Batch T, Coffinet L. Blum A, Roland J. Current multiplanar imaging of the stapes. AJNR Am J Neuroradiol 2005;26: 2128-33.
6. F. HERAN, M. WILLIAMS; IRM DE L'OREILLE; J. Neuroradiol., 2003, 30, 131-145; Masson, Paris, 2003
7. ANNESLEY-WILLIAMS DJ, LAITT RD, JENKINS JP, RAMSDEN RT, GILLESPOE JE. Magnetic resonance imaging in the investigation of sensorineural hearing loss: Is contrast enhancement still necessary? J Laryngol Otol 2001 ; 115: 14-21.
8. FITZEK C, MEWES T, FITZEK S, MENTZEL. HJ, HUNSCHE S, STUETER P. Diffusion-weighted MRI of cholesteatomas of the petrous bone. J Magn Reson Imaging 2002; 15 : 636-641.
9. Ayache D, Williams MT, Lejeune D, Corre A. Usefulness of delayed postcontrast magnetic resonance imaging in the detection of residual cholesteatoma after canal wall-up tympanoplasty. Laryngoscope 2005;115:607-10.

10. Pooley RA. AAPM/RSNA Physics Tutorial for Residents: fundamental physics of MR imaging. *Radiographics* July—August 2005; 25:1087—1099.
11. Iacobs MA, Ibrahim TS, Ouwerkerk R. AAPM/RSNA Physics Tutorial for Residents: MR imaging: brief overview and emerging applications. *Radiographics* July—August 2007; 27:1213—1229.
12. Zhuo I, Gullapalli RR. AAPM/RSNA Physics Tutorial for Residents: MR artifacts, safety and quality control. *Radiographics* January-February 2006; 26:275-297.
13. Different imaging techniques in the head and neck: Assets and drawbacks, Thomas J Vogl, Marc Harth, Petra Siebenhandl, *World J Radiol.* 2010 June 28; 2(6): 224–229. Published online 2010 June 28. doi: 10.4329/wjr.v2.i6.224
14. Tran Ba Huy R. Otites moyennes chroniques. Histoire élémentaire et formes cliniques. *Encycl Med Chir (Editions Scientifiques et Médicales Elsevier SAS), oto-rhino-laryngologie*, 20-095-A-10, 2005, 25 p.
15. Benondiba F, Marsot-Dupuch K. Exploration radiologique des infections de l'oreille. *Encycl Med Chir (Editions Scientifiques et Médicales Elsevier SAS, tous droits réservés), Oto-rhino-laryngologie*, 20-047-A-10, 2005, 7 p.
16. Williams MT, Ayache D. Imagerie des otites chroniques de l'adulte. *J Radiol* 2006 ; 87 (11 Pt 2) : 1743-55
17. Martin C, Michel F, Pouget JF, Veyret C, Bertholon P, Prades JM. Pathology of the ossicular chain: comparison between virtual endoscopy and 2D spiral CT-data. *Otol Neurotol* 2004; 25: 215-9.
18. Lane JI, Lindell P, Witte RJ, Delone DR, Driscoll CLW. Middle und inner ear: improved depiction with multiplanar reconstruction of volumetric CT data, *Radiographics* 2006; 26: 115-24.
19. Imagerie préopératoire de l'otite chronique cholestéatomateuse
RECOMMANDATION POUR LA PRATIQUE CLINIQUE Société Française d'Oto-Rhino-Laryngologie et de Chirurgie de la Face et du Cou, Société Française de Radiologie 2010.

20. Ayache D, Schmerber S, Lavieille JP, Roger G, Gratacap B. Cholestéatome de l'oreille moyenne. *Ann Otolaryngol Chir Cervicofac* 2006 ; 123: 120-37
21. Yates PD, Flood LM, Banerjee A, Clithero K. CT scanning of middle ear cholesteatoma: what does the surgeon want to know? *Br J Radiol* 2002; 75: 847-52
22. Chee NWC, Tan TY. The value of pre-operative high resolution CT scans in cholesteatoma surgery Singapore *Med J* 2001; 42: 155-9
23. Gaurano JL, Joharjy IA, Middle ear cholesteatoma: characteristic CT findings in 64 patients. *Ann Saudi Med* 2004; 24: 442-7
24. Alzoubi FQ, Odat HA, Al-Balas HA, Saeed SR. The role of preoperative CT scan in patients with chronic otitis media. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 2009; 266: 807-9
25. De Foer B, Vercruysse JR, Bernaerts A, Deckers F, Pouillon M, Somers T, Casselman J, Oridiers E. Detection of postoperative residual cholesteatoma with non-echo-planar diffusion-weighted magnetic resonance imaging. *Otol Neurotol*. 2008; 29:513-7.
26. Thomassin JM, Braccini F. Place de l'imagerie et de l'endoscopie dans la surveillance et la prise en charge des cholestéatomes opérés en technique fermée. *Rev Laryngol Otol Rhinol (Bord)* 1999; 120: 75-81.
27. Dubrulle F, Souillard R, Chechin D, Vaneeckloo FM, Desauty A, Vincent C. Diffusion-weighted MR imaging sequence in the detection of postoperative recurrent cholesteatoma. *Radiology* 2006; 238: 604-10.
28. Lemmerling MM, De Foer B, VandeVyver Y, Vercruysse IR, Verstraete KL. Imaging of the opacified middle ear *Eur J Radiol* 2008; 66: 363-71.
29. De Foer B, Vercruysse IR, Bernaerts A, Maes I, Deckers F, Michels I, Somers T, Pouillon M, Oridiers E, Casselman JW. The value of single-shot turbo spin-echo diffusion weighted MR imaging in the detection of middle ear cholesteatoma, *Neuroradiology* 2007; 49: 841-8,
30. Venail F, Bonafe A, Poirrier V, Mondain M, Uziel A. Comparison of echo-planar diffusion-weighted imaging and delayed post contrast T1-weighted MR imaging of the detection of residual cholesteatoma. *AJNR Am J Neuroradiol*. 2008; 29: 1363-8.

31. Trojanowska A, Trojanowski P, Olzanski W, Klatka J, Drop A. Differentiation between cholesteatoma and inflammatory process of the middle ear based on contrast-enhanced computed tomography imaging. *J Laryngol Otol*. 2007; 121: 444-S.
32. Lehmann E, Saliou G, Bmchard C, Page C, Deschepper B, Vallée IN, Deramond H. 3T MR imaging of postoperative recurrent middle ear cholesteatomas: value of periodiculoh rotated overlapping parallel lines with enhanced reconstruction diffusion weighted MR imaging. *AJNR Am J Neuroradiol* 2009; 30: 423-7.
33. Stimmer H, Arnold W, Schwaiger M, Laubenbacher C. Magnetic resonance imaging and high-resolution computed tomography in the otospaniotic phase of otosclerosis. *ORL J Otorhinolaryngol Relat Spec* 2002;64(6):451-3.
34. Veillon F, Sticrle JL, Dussaix J, Ramos-Taboada I., Riehm S. [Otosclerosis imaging: matching clinical and imaging data]. *Radiol* 2006;S7(II Pt 2):1756-64.
35. Veillon F, Riehm S, Emachescu B, Haba D, Roedlich MN, Greget M, et al. Imaging of the windows of the temporal bone. *Semin Ultrasound CT MR* 2001;22(3):271-80.
36. Kawase S, Naganawa S, Sone M, Ikeda M, Ishigaki T. Relationship between CT densitometry with a slice thickness of 0.5 mm and audiometry in otosclerosis. *Eur Radiol* 2006;16(6):1367-73.
37. Grayeli AB, Yrieix CS, Imauchi K, Cyna-Gorse F, Ferrary E, Sterkers O. Temporal bone density measurements using CT in otosclerosis. *Acta Otolaryngol* 2004;124(10):136-40.
38. Merchant SN, Rosowski JJ, McKenna MJ. Superior semicircular canal dehiscence mimicking otosclerotic hearing loss. *Adv Otorhinolaryngol* 2007;65:137-45.
39. Lagleyre S, Sorrentino T, Calmels MN, Shin YJ, Escudé B, Deguine O, Fraysse B. Reliability of high resolution CT scan in diagnosis of otosclerosis. *Otol Neurotol*. 2009 Dec;30(8):1152-9.
40. Mafee MF, Henrikson GC, Ditch RL, Norouzi P, Kumar A, Kriz R, et al. Use of CT in stapedial otosclerosis. *Radiology* 1985;156(3):709-14.

41. Bonafe A,[Imaging of conductive hearing loss]. J Radiol 1999;80(12 Suppl):17729.
42. Veillon F; Tumeurs du foramen jugulaire et de sa region. In : Veillon F editeur. Imagerie de l'Oreille. Paris Flammarion Médecine-Sciences,1991, p 330-36.
43. Olsen W.L. Dillon W.P Kelly W.M, Norman D, Brant-Zawadski M.
44. Newton TH. MR imaging of paragangliomas. A.J.N.R 1986;172:521-25.
45. Bonafé A, Thorn M, Holley P. Iscain Ph, SevelyA, Manelfe C. Temporal Bone Tumors Rvista di Neuroradiologia. 1995;8:899-914.
46. Héran F, Williams M, Ayache D. [MRI of the temporal bone]. J Radiol. 2006 Nov;87(11 Pt 2):1783-94.
47. Heran F, Williams M. [MRI of the ear]. J Neuroradiol. 2003 Jun;30(3):131-45. Review. French.
48. VALLICIONO JM, GIRARD N, CACES F, BRACCINI F, MAGNAN J. CHAYS A. Idiopathic temporal encephalocele: report of two cases. Am J Otol 1999 ; 20: 390-393.
49. ESCADA P, VITAL JP, CAPUCHO C, LIMA C, DA SILVA JM, PENHA RS. Meningoencephalic herniation into the middle ear. Rev Laryngol Otol Rhinol (Bard) 1999 ; 120: 47-52.
50. Martin C, Timoshenko AP Dumollard JM, Tringali S, Peoc'h M, Prades IM. Malleus head fixation: histopathology revisited, Acta Otolaryngol 2006;126(4):353-7.
51. Xenellis IE, Linthicum FH, Jr. Malleus head fixation with stapedial otosclerosis. Otol Neurotol 2007;28(3):431-2
52. J.-M. Thomassin, M. Collin, A. Bailhache, P. Dessi, F. Rodriguez, A. Varoquaux, Otospongiose; . Encycl Med Chir (Editions Scientifiques et Médicales Elsevier SAS), oto-rhino-laryngologie 20-195-A-10; 2010
53. Declau F, van Spaendonck M, Timmermans JP, Michaels L, Liang J, Qiu JP, et al. Prevalence of histologic otosclerosis: an unbiased temporal bone study in Caucasians. Adv Otorhinolaryngol 2007;65:6-16.

54. Mudry A. Adam Pulitzer (1835-1920) and the description of otosclerosis. *Otol Neurotol* 2006;27:276-81.
55. Shin YJ. Surdités de transmission a tympan normal : a propos de 505 cas. [these médecine], Toulouse 2, 1999.
56. I. Granier, B. Escude, V. Poirrier, D. Hoa, A. Bonafe; Imagerie de l'otospongiose; *Encycl Med Chir (Editions Scientifiques et Médicales Elsevier SAS), oto-rhino-laryngologie* 20-047-A-60; 2009
57. A. Bozorg-Grayeli, E. Ferrary, O. Sterkers; ÉTIOLOGIE ET PHYSIOPATHOLOGIE DE L'OTOSPONGIOSE; *Ann Otolaryngol Chir Cervicofac*, 2002; 119, 2, 98-126
58. F Veillon, JL Stierle, J Dussaix, L Ramos-Taboada et S Richm; Imagerie de l'otospongiose : confrontation clinique et imagerie; *J Radial* 2006 ; 87:1756-64; 2006. Editions Françaises de Radiologie
59. Lagleyre, Sébastien, Otospongiose: données actuelles, Université Paul Sabatier (Toulouse). Faculté des sciences médicales Purpan. 2007
60. METAIS , Apport du scanner dans le bilan préchirurgical de l'otospongiose, thèse de médecine, Université François Rabelais (Tours). 2005
61. Shin YJ, Deguine O, Cognard C, Sévely A, Manelfe C, Fraysse B. Reliability of CT scan in the diagnosis of conductive hearing loss with normal tympanic membrane. *Rev Laryngol Otol Rhinol (Bord)*. 2001;122(2):81-4
62. EMILE S. (1) ; DEGUINE O. (1) ; JULIAN E. (1) ; BONAFA A. (1) ; Surdités de transmission atypiques a tympan normaux : A propos de 478 cas *Journal français d'oto-rhino-laryngologie* 1996, vol. 45, no5, pp. 341-344
63. Naumann IC, Porcellini B, Fisch U. Otosclerosis: incidence of positive findings on high-resolution computed tomography and their correlation to audiological test data. *Ann Otol Rhinol Laryngol*. 2005 Sep;114(9):709-16.

64. de Brito P, Metais JP, Lescanne E, Boscq M, Sirinelli D. Pericochlear hypodensity on CT: normal variant in childhood; J Radiol. 2006 Jun;87(6 Pt 1):655-9.
65. Lagleyre S, Sorrentino T, Calmels MN, Shin YJ, Escudé B, Deguine O, Fraysse B. Reliability of high-resolution CT scan in diagnosis of otosclerosis.; Otol Neurotol. 2009 Dec;30(8):1152-9.
66. GUILD SR., Incidence, location and extent of otosclerotic lesions. AMA Arch Otolaryngol. 1950 Dec;52(6):848-52..
67. Hueb MM, Goycoolea MV, Paparella MM, Oliveira JA. Otosclerosis: the University of Minnesota temporal bone collection. Otolaryngol Head Neck Surg. 1991 Sep;105(3):396-405.
68. Schuknecht HF, Barber WHistologic variants in otosclerosis. Laryngoscope. 1985 Nov;95(11):1307-17.
69. John R. Lindsay, MD Histopathology of Otosclerosis Arch Otolaryngol. 1973;97(1):24-29.
70. Lefournier Rosier V. L'atteinte cochléaire dans l'otospongiose. Confrontations radio-cliniques ; à propos de 78 cas. Thèse, Grenoble, 1996
71. Jean-Christophe Weryha ; Exploration tomodensitométrique haute résolution dans l'otospongiose; confrontations radio-cliniques ; thèse de médecine ; strasbourg 1 1990
72. Li D, Cao Y; Facial canal dehiscence: a report of 1,465 stapes operations. Ann Otol Rhinol Laryngol. 1996 Jun;105(6):467-71.
73. CAWTHORNE T. Stapedectomy for otosclerosis. J Laryngol Otol. 1962 Feb;76:87-93.
74. Ayache D, Sleiman J, Tchuenté AN, Elbaz P. [Variations and incidents encountered during stapes surgery for otosclerosis]. Ann Otolaryngol Chir Cervicofac. 1999 Apr;116(1):8-14.
75. Roulleau P MC: Variantes et difficultés dues à une anomalie de l'oreille externe, moyenne ou interne ; L'otospongiose-otosclérose In: Roulleau P, Martin C, Rapport de SFORL eds. Paris : Arnette 1994
76. Lippy WH, Berenholz LP, Burkey JM. Otosclerosis in the 1960s, 1970s, 1980s, and 1990s. Laryngoscope. 1999 Aug;109(8):1307-9.
77. HOUSE HP. EARLY AND LATE COMPLICATIONS OF STAPES SURGERY. Arch Otolaryngol. 1963 Oct;78:606-13.

78. Gherini SG, Horn KL, Bowman CA, Griffin G. Small fenestra stapedotomy using a fiberoptic hand-held argon laser in obliterative otosclerosis. *Laryngoscope*. 1990 Dec;100(12):1276-82
79. Lippy WH, Berenholz LP, Preoperative considerations and indications for revision stapedectomy. *Ear Nose Throat J*. 2009 Aug;88(8):1041
80. Vincent R, Grolman W, Oates J, Sperling N, Rovers M. A nonrandomized comparison of potassium titanyl phosphate and CO2 laser fiber stapedotomy for primary otosclerosis with the otology-neurotology database. *Laryngoscope*. 2010 Mar;120(3):570-5.
81. Somers T, Govaerts P, Marquet T, Offeciers E. Statistical analysis of otosclerosis surgery performed by Jean Marquet. *Ann Otol Rhinol Laryngol*. 1994 Dec;103(12):945-51.
82. Steffen TN. Vascular anomalies of the middle ear. *Laryngoscope*. 1968 Feb;78(2):171-97.
83. Davies DG. Persistent stapedial artery: a temporal bone report. *J Laryngol Otol*. 1967 Jun;81(6):649-60.
84. Moreano EH, Paparella MM, Zelterman D, Goycoolea MV. Prevalence of facial canal dehiscence and of persistent stapedial artery in the human middle ear: a report of 1000 temporal bones. *Laryngoscope*. 1994 Mar;104(3 Pt 1):309-20.
85. KELEMEN G. Arteria stapedia, in bilateral persistence. *AMA Arch Otolaryngol*. 1958 Jun;67(6):668-77.
86. Tien HC, Linthicum FH Jr. Persistent stapedial artery. *Otol Neurotol*. 2001 Nov;22(6):975-6.
87. Boscia R, Knox RD, Adkins WY, Holgate RC. Persistent stapedial artery supplying a glomus tympanicum tumor. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg*. 1990 Jul;116(7):852-4.
88. MD Karl L. Horn, MD Aruna Visvanathan^{2, 3} Stapes surgery in the obscured oval window: Management of the ptotic facial nerve and the persistent stapedial artery * *Operative Techniques in Otolaryngology-Head and Neck Surgery*, Volume 9, Issue 1, March 1998, Pages 58-63
89. Imagerie préopératoire de l'otite chronique cholestéatomateuse, RECOMMANDATION POUR LA PRATIQUE CLINIQUE, Société Française d'Oto-Rhino-Laryngologie et de Chirurgie de la Face et du Cou « SFORL » ; Société Française de Radiologie CIREOL ; 2010.
90. P. Bordure, S. Bailleul, O. Malard, R. Wagner; Otite chronique cholestéatomateuse. Aspects cliniques et thérapeutiques; *Encycl Med*

- Chir (Editions Scientifiques et Médicales Elsevier SAS), oto-rhino-laryngologie 20-095-A-20, 2009
91. Anissa Sethom, Khemaïes Akkari, Inès Dridi, Tmimi S, Ali Mardassi, Sonia Benzarti, Imed Miled, Mohamed Kamel Chebbi; Preoperative CT Scan in middle ear cholesteatoma, LA TUNISIE MEDICALE - 2011 ; Vol 89 (n°03) : 248 - 253
 92. Tran Ba Huy. Otites moyennes chroniques. Histoire élémentaire et formes cliniques. EMC-oto-rhino-laryng 2005: 26-61.
 93. Biology of cholesteatoma: Special considerations in pediatric patients International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology, Volume 76, Issue 3, March 2012, Pages 319-321 Diego A. Preciado
 94. Rocher P, Carlier R, Attal P, Doyon D, Bobin S.[Contribution and role of the scanner in the preoperative evaluation of chronic otitis. Radiosurgical correlation apropos of 85 cases].Ann Otolaryngol Chir Cervicofac. 1995;112(7):317-23.
 95. Zhang X, Chen Y, Liu Q, Han Z, Li X. Lin Chuang Er Bi Yan Hou Ke Za Zhi. 2004 Jul;18(7):396-8. [The role of high-resolution CT in the preoperative assessment of chronic otitis media].Department of Otorhinolaryngology, Qilu Hospital, Shandong University, Jinan, 250012, China. Abstract
 96. D. Ayache,*, V. Darrouzet, F. Dubrulle, C. Vincent, S. Bobin, M. Williams, C. Martin; Imaging of non-operated cholesteatoma: Clinical practice guidelines; European Annals of Otorhinolaryngology, Head and Neck diseases (2012)
 97. Jeng FC, Tsai MH, Brown CJ. Otol Neurotol. 2003 Jan;24(1):29-32. Relationship of preoperative findings and ossicular discontinuity in chronic otitis media. Department of Otolaryngology, China Medical College Hospital, Taichung, ROC. fuh-cherng-jeng@uiowa.edu
 98. S. Riehm, F. Veillon , Complications méningo-encéphaliques des infections ORL Original Research Article Journal de Radiologie, Volume 92, Issue 11, November 2011, Pages 995-1014
 99. Ph. Romanet, Ch. Duvillard, M. Delouane, Ph. Vigne, E. de Raigniac, S. Darantiere, Ph. Brogniard, Les fistules labyrinthiques d'origine Cholestéatomateuse, Ann Otolaryngol Chir Cervicofac, 2001; 118, 3, 181-186
 100. S.-J. Han, M.H. Song, J. Kim, W.-S. Lee, H.-K. Lee Classification of temporal bone pneumatization based on sigmoid sinus using

computed tomography Original Research Article Clinical Radiology, Volume 62, Issue 11, November 2007, Pages 1110-1118

101. Cheryl A. Hill, Joan T. Richtsmeier A quantitative method for the evaluation of three-dimensional structure of temporal bone pneumatization Original Research Article Journal of Human Evolution, Volume 55, Issue 4, October 2008, Pages 682-690
102. Sundeep Nayak, Segmental anatomy of the temporal bone Original Research Article, Seminars in Ultrasound, CT, and MRI, Volume 22, Issue 3, June 2001, Pages 184-218
103. PORTMANN M. (1) ; FRANCÉOIS J. H. ; HU XIN HUA ; Results of cholesteatoma surgery ; Revue de laryngologie, d'otologie et de rhinologie 1984, vol. 105, no2, pp. 127-129
104. N. Tomura, R. Sashi, M. Kobayashi, H. Hirano, M. Hashimoto, J. Watarai, Normal variations of the temporal bone on high-resolution CT: Their incidence and clinical significance Original Research Article Clinical Radiology, Volume 50, Issue 3, March 1995, Pages 144-148
105. A.T Ahuja, H.Y Yuen, K.T Wong, V Yue, A.C van Hasselt Computed Tomography Imaging of the Temporal Bone—Normal Anatomy Clinical Radiology, Volume 58, Issue 9, September 2003, Pages 681-686
106. Cheng Kang Ong, Vincent Fook-Hin Chong Imaging of Jugular Foramen Neuroimaging Clinics of North America, Volume 19, Issue 3, August 2009, Pages 469-482
107. Ramachandra P. Tummala, Ernesto Coscarella, Jacques J. Morcos Surgical Anatomy of the Jugular Foramen Operative Techniques in Neurosurgery, Volume 8, Issue 1, March 2005, Pages 2-5
108. C. Ala Eddine, M. Williams, D. Ayache Radio-anatomie utile de l'oreille Journal de Radiologie, Volume 87, Issue 11, Part 2, November 2006, Pages 1728-1742
109. Joel K. Curé, Pamela Van Tassel Congenital and acquired abnormalities of the dural venous sinuses, Seminars in Ultrasound, CT, and MRI, Volume 15, Issue 6, December 1994, Pages 520-539

110. Joel K. Curé, Pamela Van Tassel, M. Timothy Smith Normal and variant anatomy of the dural venous sinuses, *Seminars in Ultrasound, CT, and MRI*, Volume 15, Issue 6, December 1994, Pages 499-519
111. Ahuja AT, Yuen HY, Wong KT, Yue V, Van Hasselt AC. Computed tomography imaging of the temporal bone: Normal anatomy. *Clinical Radiology* 2003;58:681-6.
112. Dordéa M, Leuscure R, Challier E, Halimi P, Bensimon J-L, Cymbalista M. Intérêt de l'analyse osseuse dans l'interprétation des scanners de l'oreille: Première partie. *Feuillets de Radiologie* 2002;42:274-86.
113. Yuen HY, Ahuja AT, Wong KT, Yue V, Van Hasselt AC. Computed tomography of common congenital lesions of the temporal bone. *Clinical Radiology* 2003;58:687-93.
114. Tomura N, Sashi R, Kobayashi M, Hirano H, Hashimoto WJ. Normal variations of the temporal bone on high-resolution CT: their incidence and clinical significance. *Clin Radiol.* 1995;50(3):144-8.
115. Lo WM, Solti-Bohman LG, McElvee1 JT. Aberrant carotid artery : radiologic diagnosis with emphasis on high-resolution CT. *Radiographic*1987; 5: 985-994.
116. Swartz JD, Barzanic ML, Nidich TP et coll. Aberrant internal carotid artery lying within the middle ear. High resolution CT diagnosis and differential diagnosis. *Neuroradiology*1985 ; 27: 322-326.